

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-315383

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H02P 6/12

B60L 9/18

(21)Application number : 2002-015725

(71)Applicant : KOKUSAN DENKI CO LTD

(22)Date of filing : 24.01.2002

(72)Inventor : SHIMAZAKI MITSUYOSHI  
INABA YUTAKA

(30)Priority

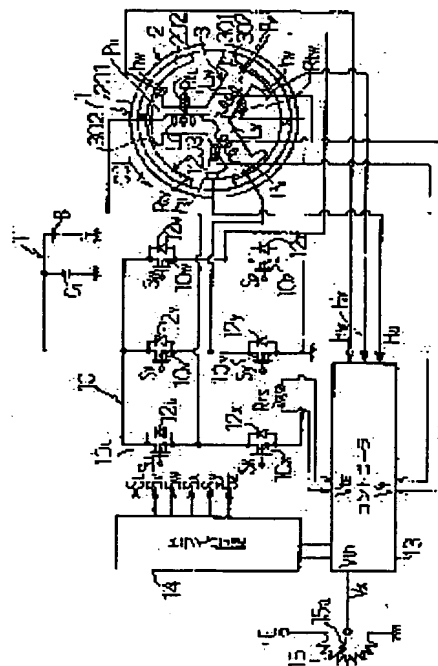
Priority number : 2001029250 Priority date : 06.02.2001 Priority country : JP

## (54) CONTROLLER FOR MOTOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a controller for motor in which temperature rise of an armature coil or a switching circuit can be suppressed.

**SOLUTION:** Temperature-sensitive resistor elements  $R_{tu}$ – $R_{tw}$ , coupled thermally with the three-phase armature coils  $Lu$ – $Lw$  of a motor 1, are connected in parallel, and a voltage signal  $V_t$  obtained across the parallel circuit of the temperature-sensitive resistor elements is inputted to the CPU of a controller 13. Temperature rise suppression control is made to limit the output from the motor, when the voltage signal  $V_t$ , expressed in terms of the temperature exceeds a set level. Since different voltage/temperature conversion tables are employed, when the motor is locked and operated steadily, protective operation can be effected either when the temperature of the three-phase armature coils  $Lu$ – $Lw$  is increased abnormally and similarly during steady operation and when only the temperature of armature coil of a specific phase increases, when the motor is locked.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the control unit for motors which controls the drive current of the motor equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers) by the controller equipped with CPU n temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of n phase of said stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared. Fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals. The voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of said n temperature-sensitive resistance elements is inputted into one analog input port of CPU of said controller. Said controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up, The 1st electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up by said rotation condition judging means, The 2nd electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with said motor up by said rotation condition judging means, [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] The case where the temperature converted when the temperature converted by said the 1st electrical potential difference / temperature conversion means exceeded the 1st laying temperature is higher controls by the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means to make the output of said motor low. In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition and a lock condition by said rotation condition judging means, with said the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means The control unit for motors characterized by having the temperature rise control control means which the case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 2nd laying temperature is higher controls to make the output of said motor low.

[Claim 2] In the control unit for motors which controls the drive current of the motor equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers) by the controller equipped with CPU n temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of n phase of said stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared. Fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals. The voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of said n temperature-sensitive resistance elements is inputted into one analog input port of CPU of said controller. Said controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up, The value of said voltage signal is compared with the 1st set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means. The case where the difference of the value of said voltage signal and the 1st set point is larger controls to make the output of said motor low, when judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 1st set point. The value of said voltage signal is compared with said 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by said rotation condition judging means. It has the temperature rise control control means which the case where the difference of the value of said voltage signal and the 2nd set point is larger controls to make the output of said motor low when judged with the temperature of each armature coil being over an

allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 2nd set point, The control unit for motors by which it is characterized.

[Claim 3] The position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of said Rota of the brush loess direct current motor for motor car both drives equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a magnet field, and n phase (n is two or more integers), The switching circuit prepared between said DC power supplies and armature coils in order to switch the phase which passes a drive current to said armature coil from DC power supply, The rate controller material operated in case the rotational speed of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of said rate controller material as throttle opening, and \*\*\*\*ed in this throttle opening, It has the controller which has a means to control said switching circuit to switch the phase which passes said drive current according to the output of said position transducer in order to rotate said Rota. A duty ratio operation means for said controller to be equipped with CPU and to calculate the duty ratio of said drive current to said throttle signal, In the control unit for motors which has the PWM control means which controls said switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated said drive current with said duty ratio operation means n temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of n phase of said stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared. Direct current voltage fixed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals is impressed. The voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of said n temperature-sensitive resistance elements is inputted into one analog input port of said CPU. Said controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up, The 1st electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up by said rotation condition judging means, The 2nd electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with said motor up by said rotation condition judging means, [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means, with said the 1st electrical potential difference / temperature conversion means The case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 1st laying temperature is higher amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means so that it might be made small. In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition and a lock condition by said rotation condition judging means, with said the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means The case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 2nd laying temperature is higher the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current so that it may be made small The control unit for motors characterized by having the temperature rise control control means which amends the duty ratio calculated with said duty ratio operation means.

[Claim 4] The position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of said Rota of the brush loess direct current motor for motor car both drives equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a magnet field, and n phase (n is two or more integers), The switching circuit prepared between said DC power supplies and armature coils in order to switch the phase which passes a drive current to said armature coil from DC power supply, The rate controller material operated in case the rotational speed of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of said rate controller material as throttle opening, and \*\*\*\*ed in this throttle opening, It has the controller which has a means to control said switching circuit to switch the phase which passes said drive current according to the output of said position transducer in order to rotate said Rota. A duty ratio operation means for said controller to be equipped with CPU and to calculate the duty ratio of said drive current to said throttle signal, In the control unit for motors which has the PWM control means which controls said switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated said drive current with said duty ratio operation means n temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of n phase of said stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared. Direct current voltage fixed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals is impressed. The voltage signal acquired to the

both ends of the parallel circuit of said  $n$  temperature-sensitive resistance elements is inputted into one analog input port of said CPU. Said controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up, The value of said voltage signal is compared with the 1st set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means. When judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 1st set point It is alike and the case where the difference of the value of said voltage signal and the 1st set point is larger amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means so that it might be made small. The value of said voltage signal is compared with said 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by said rotation condition judging means. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 2nd set point It was alike and the case where the difference of the value of said voltage signal and the 2nd set point is larger is equipped with the temperature rise control control means which amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means so that it might be made small, The control unit for motors by which it is characterized.

[Claim 5] The position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of said Rota of the brush loess direct current motor for motor car both drives equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a magnet field, and  $n$  phase ( $n$  is two or more integers), The switching circuit prepared between said DC power supplies and armature coils in order to switch the phase which passes a drive current to said armature coil from DC power supply, The rate controller material operated in case the rotational speed of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of said rate controller material as throttle opening, and \*\*\*\*\*ed in this throttle opening, It has the controller which has a means to control said switching circuit to switch the phase which passes said drive current according to the output of said position transducer in order to rotate said Rota. A duty ratio operation means by which said controller calculates the duty ratio of said drive current to said throttle signal, The PWM control means which controls said switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated said drive current with said duty ratio operation means, An angle-of-advance operation means to calculate angle of advance to said throttle signal, In the control unit for motors which has the angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle which switches the phase which passes said drive current with said angle-of-advance operation means to the change-over include angle of the criteria decided by the output of said position transducer  $n$  temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of  $n$  phase of said stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared. Fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these  $n$  individuals. The voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of said  $n$  temperature-sensitive resistance elements is inputted into one analog input port of said CPU. Said controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up, The 1st electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up by said rotation condition judging means, The 2nd electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with said motor up by said rotation condition judging means, [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means, with said the 1st electrical potential difference / temperature conversion means The angle of advance which said angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle which switches the phase which passes said drive current when the converted temperature exceeds the 1st laying temperature with said angle-of-advance operation means is amended. In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by said rotation condition judging means, with said the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means The change include angle of the phase which passes said drive current when the converted temperature exceeds the

2nd laying temperature with said angle-of-advance operation means The control unit for motors characterized by having the temperature rise control control means which amends the angle of advance which said angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the calculated angle of advance, and restricts the output of said motor.

[Claim 6] Said temperature rise control control means In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means, with said the 1st electrical potential difference / temperature conversion means The case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 1st laying temperature is higher amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means so that it might be made small. In the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by said rotation condition judging means, with said the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means The case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 2nd laying temperature is higher the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current so that it may be made small The control unit for motors according to claim 5 characterized by being constituted so that control which amends the duty ratio calculated with said duty ratio operation means, and restricts the output of said motor may be performed further.

[Claim 7] The position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of said Rota of the brush loess direct current motor for motor car both drives equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a magnet field, and n phase (n is two or more integers), The switching circuit prepared between said DC power supplies and armature coils in order to switch the phase which passes a drive current to said armature coil from DC power supply, The rate controller material operated in case the rotational speed of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of said rate controller material as throttle opening, and \*\*\*\*ed in this throttle opening, It has the controller which has a means to control said switching circuit to switch the phase which passes said drive current according to the output of said position transducer in order to rotate said Rota. A duty ratio operation means by which said controller calculates the duty ratio of said drive current to said throttle signal, The PWM control means which controls said switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated said drive current with said duty ratio operation means, An angle-of-advance operation means to calculate angle of advance to said throttle signal, In the control unit for motors which has the angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle which switches the phase which passes said drive current with said angle-of-advance operation means to the change-over include angle of the criteria decided by the output of said position transducer n temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of n phase of said stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared. Fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals. The voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of said n temperature-sensitive resistance elements is inputted into one analog input port of said CPU. Said controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that said motor was set up, The value of said voltage signal is compared with the 1st set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means. When judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 1st set point The angle of advance which said angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle which switches the phase which is alike and passes said drive current with said angle-of-advance operation means is amended. The value of said voltage signal is compared with said 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by said rotation condition judging means. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 2nd set point It has the temperature rise control control means which amends the angle of advance which said angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle of the phase which is alike and passes said drive current with said angle-of-advance operation means, and restricts the output of said motor, The control unit for

motors by which it is characterized.

[Claim 8] Said temperature rise control means. The value of said voltage signal is compared with the 1st set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with said rotation condition judging means. When judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 1st set point It is alike and the case where the difference of the value of said voltage signal and the 1st set point is larger amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means so that it might be made small. The value of said voltage signal is compared with said 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by said rotation condition judging means. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of said voltage signal, and the 2nd set point It is alike, and the case where the difference of the value of said voltage signal and the 2nd set point is larger the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of said drive current so that it may be made small The control unit for motors according to claim 7 characterized by being constituted so that control which amends the duty ratio calculated with said duty ratio operation means may be performed further.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the suitable control unit for motors to control the brush loess direct current motor both for a motor car especially used as a driving source of an electric scooter and electric cars, such as an electric vehicle, about the control unit for motors which controls the drive current of a motor by the controller equipped with CPU.

[0002]

[Description of the Prior Art] The motor is equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers), and he is trying to control rotational speed generally by controlling the drive current passed to an armature coil by the controller. If a controller is carried out in recent years, many things using CPU are used.

[0003] Moreover, as a motor which drives an electric car, many brush loess direct current motors are used. As everyone knows, the brush loess direct current motor is equipped with Rota which has a magnet field, and the stator which has the armature coil of the polyphase of two or more phases, and rotates Rota by switching the excitation phase of an armature coil according to the angle-of-rotation location to the stator of Rota.

[0004] The control unit which controls the drive current of this kind of motor The position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of Rota, and the switching circuit prepared between DC power supply and an armature coil in order to switch the phase which passes a drive current to an armature coil from DC power supply, The rate controller material operated in case the rotational speed of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of rate controller material as throttle opening, and \*\*\*\*ed in this throttle opening, It is constituted by the controller which controls a switching circuit to switch the phase which passes a drive current according to the output of a position transducer in order to rotate Rota.

[0005] By equipping the controller with CPU and making this CPU perform a predetermined program A duty ratio operation means to calculate the duty ratio of a drive current to the value of a throttle signal, The PWM control means which controls a switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated the drive current with the duty ratio operation means, The angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle of the phase which passes a drive current to the throttle signal to the change-over include angle of the criteria decided by the output of a position transducer is constituted.

[0006] The duty ratio of a drive current shows the rate of ON time amount to the period of turning on and off of a drive current here, and when the period of toff and turning on and off is set to T (= ton+toff) for the time amount from which ton and a drive current become zero about the time amount to which a drive current flows, duty ratio DF is defined by  $DF = (ton/T) \times 100[\%]$ .

[0007] Although the rotational speed of a motor is adjusted in an electric car by carrying out the variation rate of the rate controller material, such as an accelerator grip and an accelerator pedal In order to make operation feeling of a car good and to make smooth operation perform Duty ratio DF of a drive current is not controlled only to the amount alpha of displacement of rate controller material (throttle opening). Duty ratio DF is controlled to the both sides of the throttle opening alpha and rotational speed N to change the rate of change of duty ratio DF to rate controller material according to the rotational speed N of a motor [rpm].

[0008] In controlling duty ratio DF to the thróttle opening alpha and rotational speed N as mentioned above



ROM is made to memorize the three-dimension map which gives the relation between the throttle opening  $\alpha$ , rotational speed  $N$ , and duty ratio  $DF$  of a drive current. The technique of carrying out on-off control of the switching device of a switching circuit is taken so that duty ratio  $DF$  may be calculated to rotational speed  $N$  and the throttle opening  $\alpha$  by CPU and a drive current may be made intermittent by calculated duty ratio  $DF$  using this map.

[0009] Moreover, in a brush loess direct current motor, only the predetermined include angle is shifting the change-over include angle (electrical angle) which switches the phase of the armature coil which passes a drive current to the theoretical change-over include angle decided by the mechanical configuration of a motor. The phase contrast of the change-over include angle of the phase which passes a drive current, and a theoretical change-over include angle is called angle-of-advance  $\gamma$ , and, generally this angle-of-advance  $\gamma$  is set as the advancing side.

[0010] In the brush loess direct current motor, generating torque and a maximum shaft speed change with above-mentioned angle-of-advance  $\gamma$ , and if the tooth lead angle of angle-of-advance  $\gamma$  is carried out, although a maximum shaft speed will become low if angle-of-advance  $\gamma$  is set up so that torque may be enlarged, and a maximum shaft speed will become high, generating torque becomes small.

[0011] usually, in using a brush loess direct current motor as a driving source of an electric car It is angle-of-advance  $\gamma$  of normal about angle-of-advance  $\gamma$  which can acquire torque big enough at the time of a low speed. It sets up by carrying out. It responds to the rise of rotational speed in the field in which rotational speed exceeds the set point, and is angle-of-advance  $\gamma$  of normal about angle-of-advance  $\gamma$ . It receives, and he carries out a tooth lead angle and is trying to hold the amount of tooth lead angles of angle of advance to maximum in the field exceeding the tooth-lead-angle termination rotational speed to which rotational speed was set.

[0012] In performing the above angle-of-advance control, it controls to make it equal to the angle of advance which ROM was made to memorize the three-dimension map which gives the relation between the amount  $\alpha$  of displacement of rate controller material (throttle opening), and rotational speed  $N$  and angle-of-advance  $\gamma$ , calculated angle-of-advance  $\gamma$  to the detection value of throttle opening, and the detection value of rotational speed using this map, and calculated the angle of advance of a motor.

[0013] As mentioned above, it is angle-of-advance  $\gamma$  of normal about angle-of-advance  $\gamma$  in the field in which rotational speed exceeds the set point. While operating where the amount of displacement by the side of accelerating of rate controller material is made into max on an uphill etc. (condition of a full throttle) when performing control which carries out a tooth lead angle, it will be maintained at maximum by the amount of tooth lead angles of angle-of-advance  $\gamma$ , and rated value will be exceeded the drive current of a motor. When such a condition continues for a long time, the temperature of an armature coil rises, an allowed value is exceeded, and there is a possibility that these may be damaged.

[0014] Therefore, when the temperature sensor which detects the temperature of an armature coil is formed and an unusual temperature rise is detected by this temperature sensor, the temperature rise inhibitory control which restricts the output of a motor and controls a temperature rise is made to perform by decreasing the upper limit of the duty ratio of a drive current, and restricting a drive current.

[0015] However, even if it restricts a drive current at the time of a temperature rise, since the reactive current flows [ that angle of advance has carried out the tooth lead angle and ] mostly, rotational speed falls sharply, and the problem that a travel speed is restricted arises. Practically, as for depression of the rotational speed at the time of performing temperature rise inhibitory control, it is desirable to make it as small as possible.

[0016] Then, when the temperature of an armature coil is detected and the abnormality rise of temperature is detected as shown in JP,8-265919,A, combining the control to which the lag of the angle of advance is carried out, and the control which decreases the duty ratio of a drive current, and performing it is proposed.

[0017] If the lag of the angle of advance is carried out when an unusual temperature rise arises, since a drive current will decrease, the temperature rise of an armature coil can be controlled. Moreover, if the approach of decreasing a drive current by carrying out the lag of the angle of advance is taken, since depression of rotational speed can be lessened compared with the case where the approach of decreasing only the duty ratio of a drive current is taken, without carrying out the lag of the angle of advance, it can prevent the feeling of operation worsening at the time of temperature rise inhibitory control.

[0018] Moreover, if the amount of lags of angle of advance becomes not much large and it will be made to



perform control to which the lag of the angle of advance is carried out although it becomes [ the reactive current ] excessive and is not desirable, and control which decreases the duty ratio of a drive current collectively, since it is not necessary to enlarge the amount of lags of angle of advance so much, it can prevent the reactive current becoming excessive.

[0019] When the duty ratio and angle of advance of a drive current were controlled by the above-mentioned explanation, it carried out by it, but since the temperature of an armature coil may carry out an abnormality rise when not controlling angle of advance, and a load becomes excessive in the state of a full throttle, it is necessary to perform control which restricts the output of a motor so that the temperature of an armature coil may be detected and the temperature rise may be controlled.

[0020] Moreover, also in not only the brush loess direct current motor both for a motor car but the brush loess direct current motor which generally drives a load, a stepping motor, a pulse motor, etc., when the abnormality rise of the temperature of an armature coil is expected at the time of an overload, the temperature of an armature coil is detected and the detected temperature exceeds the set point, it is necessary to perform temperature rise inhibitory control which controls the output of a motor.

[0021]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] He combines thermally the temperature-sensitive resistance element as a temperature sensor with the armature coil of any 1 phase of the armature coils of a polyphase, and was trying to detect the temperature of an armature coil from the resistance of this temperature-sensitive resistance element in the conventional control unit for motors which was made to perform control which controls the temperature rise of an armature coil.

[0022] However, since the abnormality rise of the temperature may be unable to be detected in this way in the motor which has the armature coil of a polyphase when there is an abnormality rise of temperature with the armature coil of other phases with which temperature is not detected when only the temperature of the armature coil of any 1 phase is detected, protection of an armature coil cannot be aimed at accurately.

[0023] For example, in a brush loess direct current motor, since commutation of a drive current is no longer performed when a motor locks by the overload, the condition that a bigger current than the armature coil of other phases flows to the armature coil of a specific phase continues, the temperature rises, and a coil is damaged by fire. Since the abnormality rise of the temperature of an armature coil may be unable to be detected depending on the halt location of Rota at the time of the lock of a motor when a temperature-sensitive resistance element is combined only with the armature coil of one phase, protection of an armature coil cannot be aimed at accurately.

[0024] Moreover, since the time amount to which a big drive current flows to the armature coil of a specific phase becomes long when the rotational speed becomes very low and the time amount which the commutation of a drive current takes becomes long, although a motor does not lock, it will be in a lock condition and the same condition, and the armature coil of a specific phase is overheated and there is a possibility of damaging by fire. Also in this case, since the abnormality rise of the temperature of an armature coil may be unable to be detected when only the temperature of the armature coil of one phase is detected, protection of a motor cannot be aimed at accurately.

[0025] In order to detect the temperature of all the phases of the armature coil of a polyphase, it is possible to input into CPU of a controller the temperature detecting signal obtained from the temperature-sensitive resistance element which prepared the temperature-sensitive resistance element for every armature coil of each phase, and was prepared to the armature coil of each phase according to an individual. However, since it is necessary to use the port of the number same among the analog input ports established in CPU which constitutes a controller as the source resultant pulse number of an armature coil as input port for reading the temperature of an armature coil when constituted in this way, it is necessary to use what has many number of analog input ports as a CPU, and the problem that cost becomes high arises.

[0026] The purpose of this invention is to offer the control unit for motors which enabled it to aim at protection of an armature coil accurately, even when the condition that only the temperature of the armature coil of a specific phase rises arises.

[0027] Other purposes of this invention are to offer the control unit for motors which enabled it to aim at protection of an armature coil accurately, without being accompanied by the rise of cost, as the temperature information on all the phases of an armature coil can be read only by using one analog input port of CPU of a

controller.

[0028]

[Means for Solving the Problem] This invention relates to the control unit for motors which controls the drive current of the motor equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers) by the controller equipped with CPU.

[0029] In this invention, n temperature-sensitive resistance elements which were thermally combined with the armature coil of n phase of a stator, respectively, and were connected to juxtaposition are prepared, fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals, and the voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals is inputted into one analog input port of CPU of a controller.

[0030] Moreover, a rotation condition judging means to judge whether a controller is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up, The 1st electrical potential difference / temperature conversion means which converts a voltage signal into temperature when judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up by this rotation condition judging means, The 2nd electrical potential difference / temperature conversion means which converts a voltage signal into temperature when judged with a motor up by the rotation condition judging means, [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] The case where the temperature converted when the temperature converted by the 1st electrical potential difference / temperature conversion means exceeded the 1st laying temperature is higher controls by the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means to make the output of a motor low. In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition and a lock condition by the rotation condition judging means, with the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means It considers as the configuration equipped with the temperature rise control control means which the case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 2nd laying temperature is higher controls to make the output of a motor low.

[0031] As mentioned above, if n temperature-sensitive resistance elements thermally combined with the armature coil of n phase, respectively are connected to juxtaposition and fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of the temperature-sensitive resistance element of these n individuals, the voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of n temperature-sensitive resistance elements will turn into a signal including the information on the temperature of the armature coil of all phases.

[0032] In this case, in the time of a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition, and only the temperature of some armature coils carrying out an abnormality rise, and the time of the motor carrying out stationary rotation and the temperature of the armature coil of all phases carrying out the abnormality rise similarly, even if the temperature at the time of an abnormality rise is the same, the value of a voltage signal is different.

[0033] Therefore, in order to convert a voltage signal into temperature, it is necessary to use a different conversion table in the time of a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition, and the time of being in a super-low rotation condition and a lock condition.

[0034] A rotation condition judging means is established in this invention. Therefore, with this judgment means The 1st electrical potential difference / temperature conversion means which converts a voltage signal into temperature when judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up, When judged with a motor up by the rotation condition judging means, the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means which converts a voltage signal into temperature are established. [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] The 1st laying temperature which determines the timing which starts the control which restricts the output of a motor at the time of super-low rotation of a motor or a lock in the above-mentioned configuration, the 2nd laying temperature which determines the timing which starts the control which restricts the output of a motor at the time of stationary rotation of a motor -- being the same -- Although you may differ, when a motor is in a super-low rotation condition or a lock condition Since the temperature of an armature coil carries out an abnormality rise in the inside of a short time and it is easy to damage it by fire compared with the time of the motor carrying out stationary rotation, for insurance, it is

desirable to make the 1st laying temperature of the above lower than the 2nd laying temperature.

[0035] If constituted as mentioned above, the both sides in the condition that only the temperature of the armature coil of a specific phase carries out an abnormality rise, and the condition that the temperature of the armature coil of all phases carries out an abnormality rise similarly can be detected using a single voltage signal, and an armature coil can be certainly protected from overheating.

[0036] Moreover, the control action for protecting an armature coil from overheating can be made to perform, since the temperature information in which the temperature of the armature coil of all phases was reflected can be acquired only by using one analog input port of CPU of a controller, if constituted as mentioned above, without using expensive CPU with many analog input ports.

[0037] Furthermore, if the temperature-sensitive resistance element thermally combined with the armature coil of each phase as mentioned above is connected to juxtaposition and a temperature detecting signal is obtained from the juxtaposition combined-resistance value of this temperature-sensitive resistance element, dispersion in the resistance of a temperature-sensitive resistance element can lessen effect which it has on control.

[0038] Although it judged whether the unusual temperature rise would have arisen by measuring with laying temperature the temperature which converted into temperature the voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element, and was converted with the above-mentioned configuration, it can also judge whether the unusual temperature rise has arisen also by comparing with the predetermined set point, without converting the value of a voltage signal into temperature.

[0039] It is necessary to change the value of a voltage signal with the set point used in order to judge whether only the temperature of the armature coil of some phases is carrying out the abnormality rise since it differs in the time of only the temperature of some armature coils carrying out the abnormality rise, and the time of the temperature of the armature coil of all phases carrying out the abnormality rise similarly, and the set point used in order to judge whether the temperature of all armature coils is carrying out the abnormality rise similarly.

[0040] In this case, a rotation condition judging means to judge whether a controller is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up, The value of the above-mentioned voltage signal is compared with the 1st set point in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with this rotation condition judging means. The case where the difference of the value of a voltage signal and the 1st set point is larger controls to make the output of a motor low, when judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of this voltage signal, and the 1st set point. The value of a voltage signal is compared with the 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of a voltage signal, and the 2nd set point, it considers as the configuration equipped with the temperature rise control control means which the case where the difference of the value of a voltage signal and the 2nd set point is larger controls to make the output of a motor low.

[0041] In addition, when judging whether the value and the 1st set point of a voltage signal are compared, and the abnormality rise of temperature has arisen only with the armature coil of some phases as mentioned above, the relation between the value of a voltage signal when the abnormality rise of temperature has arisen, and the 1st set point is different whether the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is forward, or it is negative. That is, when it is detected that the value of a voltage signal became larger than the 1st set point when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element was forward, it can judge with the abnormality rise of temperature having arisen only with the armature coil of some phases. Moreover, when it is detected that the value of a voltage signal became smaller than the 1st set point when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element was negative, it can judge with the abnormality rise of temperature having arisen only with the armature coil of some phases.

[0042] The size relation between the value of the voltage signal in the case of judging whether as compared with the 2nd set point, the abnormality rise of temperature has produced the value of the above-mentioned voltage signal with the armature coil of all phases and the 2nd set point is different similarly whether the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is forward, or it is negative.

[0043] Moreover, when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is forward, it is necessary to set the 2nd set point of the above as a larger value than the 1st set point, and when the

temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is negative, it is necessary to set the 2nd set point of the above as a value smaller than the 1st set point.

[0044] Usually, the control unit which controls the brush loess direct current motor both for a motor car The position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of Rota, and the switching circuit prepared between DC power supply and an armature coil in order to switch the phase which passes a drive current to an armature coil from DC power supply, The rate controller material operated in case the rotational speed of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of rate controller material as throttle opening, and \*\*\*\*ed in this throttle opening, It has the controller which has a means to control a switching circuit to switch the phase which passes a drive current according to the output of a position transducer in order to rotate Rota. By making CPU of a controller perform a predetermined program The PWM control means which controls a switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has a duty ratio operation means to calculate the duty ratio of a drive current to a throttle signal, and the duty ratio which calculated the drive current with the duty ratio operation means is constituted.

[0045] When applying this invention to the driving gear which has such a configuration, a controller A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up, The 1st electrical potential difference / temperature conversion means which converts said voltage signal into temperature when judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up by the rotation condition judging means, The 2nd electrical potential difference / temperature conversion means which converts a voltage signal into temperature when judged with a motor up by the rotation condition judging means, [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means, with the 1st electrical potential difference / temperature conversion means The case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 1st laying temperature is higher amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current with the duty ratio operation means so that it might be made small. In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition and a lock condition by the rotation condition judging means, with the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means The case where the temperature converted when the converted temperature exceeded the 2nd laying temperature is higher the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current so that it may be made small It can consider as the configuration equipped with the temperature rise control control means which amends the duty ratio calculated with the duty ratio operation means.

[0046] Moreover, without establishing an electrical potential difference / temperature conversion means also in this case, when the abnormality rise of the temperature of an armature coil is detected and the abnormality rise of temperature is detected by comparing the value of a voltage signal with the set point, a temperature rise control control means can be constituted so that the output of a motor may be restricted.

[0047] In this case, a temperature rise control control means The value of a voltage signal is compared with the 1st set point in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means. When judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of a voltage signal, and the 1st set point It is alike and the case where the difference of the value of a voltage signal and the 1st set point is larger amends the duty ratio which calculated the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current with the duty ratio operation means so that it might be made small. The value of a voltage signal is compared with said 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of a voltage signal, and the 2nd set point, the case where the difference of the value of a voltage signal and the 2nd set point is larger the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current so that it may be made small The duty ratio calculated with the duty ratio operation means is amended.

[0048] Although the output of a motor was restricted with the above-mentioned configuration by making small the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current when the temperature of an armature coil became beyond the set point An angle-of-advance operation means to calculate angle of advance

to a throttle signal, When the angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle which switches the phase which passes a drive current with the angle-of-advance operation means to the change-over include angle of the criteria decided by the output of a position transducer is prepared in a controller When it is detected that the temperature of an armature coil became beyond the set point, you may make it make temperature rise inhibitory control perform by amending angle of advance to a lag side.

[0049] In this case, a temperature rise control control means In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means, with the 1st electrical potential difference / temperature conversion means The angle of advance which the angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle which switches the phase which passes a drive current when the converted temperature exceeds the 1st laying temperature with the angle-of-advance operation means is amended. In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means, with the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means The change include angle of the phase which passes a drive current when the converted temperature exceeds the 2nd laying temperature with an angle-of-advance operation means It is constituted so that control which amends the angle of advance which the angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the calculated angle of advance, and restricts the output of a motor may be performed.

[0050] moreover, in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means in this case When the value of a voltage signal is judged as the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of a voltage signal, and the 1st set point as compared with the 1st set point The angle of advance which the angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle which switches the phase which is alike and passes a drive current with the angle-of-advance operation means is amended. The value of a voltage signal is compared with the 1st set point and the 2nd different set point in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of a voltage signal, and the 2nd set point So that control which amends the angle of advance which the angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle of the phase which is alike and passes a drive current with the angle-of-advance operation means, and restricts the output of a motor may be performed A temperature rise control control means can also be constituted.

[0051] When controlling angle of advance at the time of the temperature rise of an armature coil, as mentioned above, a temperature rise control control means When the abnormality rise of temperature is detected in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means, And when the abnormality rise of temperature is detected in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means It is desirable to constitute so that the control which amends the duty ratio calculated with the duty ratio operation means so that the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current might be made small may be combined and may be performed.

[0052]

[Embodiment of the Invention] One operation gestalt at the time of applying this invention to the control unit which controls the three-phase-circuit brush loess direct current motor both for a motor car with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 hereafter is explained.

[0053] In drawing 1, 1 is the brush loess direct current motor of the outer rotor mold which consists of Rota 2 and a stator 3. Rota 2 consists of a flywheel 201 mostly formed in the shape of a cup with the ferromagnetic ingredient, and a permanent magnet 202 attached in the inner circumference of the peripheral wall section of a flywheel 201, a permanent magnet 202 is magnetized in the direction of a path, and the magnet field 203 of two poles is constituted.

[0054] In addition, a magnet field is not restricted to two poles and, generally can be constituted to the 2m pole (m is one or more integers).

[0055] In the example of illustration, it is considering as the direction of arrow-head CCL of illustration of the hand of cut of the normal of Rota 2 (it sets to drawing 1 and is a counterclockwise rotation).

[0056] The stator 3 consists of a stator iron core 301 which made three tooth part Pu-Pw project from the annular yoke section to a radial, and armature coil Lu-Lw of the three phase circuit wound around tooth part Pu-Pw of this stator iron core, respectively, and three-phase-circuit star connection of armature coil Lu-Lw is carried out. The periphery section at each tip of tooth part Pu-Pw of the stator iron core 301 serves as the stator magnetic pole 302, and is made to counter these stator magnetic poles through a predetermined gap by the magnet field 203.

[0057] In addition, although the stator iron core is constituted from an example of illustration to the three poles, when setting to 3 the source resultant pulse number of the armature coil prepared in a stator, generally the tooth part of 3n (n is one or more integers) individual can be prepared in a stator iron core, and the configuration which winds the armature coil of a three phase circuit around this 3n tooth part can be taken.

[0058] The flywheel 201 is equipped with the boss (not shown) in the center of the bottom wall section, and this boss is combined with the driving wheel of an electric car through direct or a reducer.

[0059] In order to detect the angle-of-rotation location to the stator 3 of Rota 2, position-transducer hu-hw of a three phase circuit is attached in the stator iron core 301.

[0060] Each position transducer is arranged in a proper location according to the energization angle (electrical angle) of the drive current passed to the armature coil of each phase. For example The location where the no-load induced voltage which carries out induction to armature coil Lu-Lw with rotation of Rota 2, respectively reaches a peak (it lets the tooth part around which the armature coil of each phase was wound from the magnet field 203 pass) When the magnetic flux dropping off performs "180-degree switching control" which passes a drive current to the armature coil of section each phase of 90 degrees (electrical angle) before and behind the location which passes through a zero point and rotates a motor The position transducer of each phase is attached so that the angle-of-rotation location of Rota in case the center position of the magnetic pole section at the tip of tooth part Pu-Pw around which armature coil Lu-Lw of a three phase circuit is wound, respectively is in agreement with the center position of each magnetic pole of the magnet field of Rota 2 may be detected.

[0061] When armature coil Lu-Lw is wound around three tooth part Pu-Pw, respectively and a hole IC is used as position-transducer hu-hw like illustration Position transducers hw, hu, and hv are arranged in the location to which the phase went about 90 degrees by the electrical angle to the core of each magnetic pole of tooth parts Pu, Pv, and Pw. the change-over include angle of the drive phase (phase of the armature coil which passes a drive current) decided by the output of these position transducers -- the change-over include angle of criteria -- carrying out -- the change-over include angle of these criteria -- receiving -- an actual change-over include angle -- a tooth lead angle -- or angle of advance is calculated so that a lag may be carried out.

[0062] 10 is a switching circuit which is prepared between armature coil Lu-Lw and DC power supply 11, and switches the excitation phase of an armature coil. Switching device 10u thru/ or 10w of the upper case where, as for this switching circuit, common connection of the end was made, An end is connected to the other end of the switching device of these upper cases, respectively, and it consists of a bridge circuit of a switching device where the other end consists of switching devices 10x-10z of the lower berth by which common connection was made. The common node of the end of the switching devices 10u-10w of an upper case and the common node of the other end of the switching devices 10x-10w of the lower berth are connected to the positive-electrode terminal and negative-electrode terminal of DC power supply 11, respectively.

[0063] Although the switching device of the arbitration in which on-off control, such as MOSFET, a power transistor, and IGBT, is possible can be used as a switching device which constitutes a switching circuit, each switching device consists of an MOSFET in the example of illustration.

[0064] In order to pass a regeneration current at the time of braking of an electric car, parallel connection of the diodes 12u-12w for feedback, and 12x-12z is carried out to the switching devices 10u-10w of an upper case, and the switching devices 10x-10z of the lower berth, respectively. When using MOSFET as each switching device like illustration, the parasitism diode currently formed between the drain sources of FET as such diodes for feedback can be used.

[0065] capacitor C1 by which DC power supply 11 of illustration were connected to the both ends of Dc-battery



B and this dc-battery from -- it has become.

[0066] In order to control a switching circuit 10, the controller 13 equipped with the microcomputer and the input/output interface and the driver circuit 14 which gives driving signal (signal for making switching device into ON state) Su-Sw and Sx-Sz to the switching devices 10u-10w of a switching circuit, and 10x-10z according to the signal given from a controller 13, respectively are formed, and location detecting-signal Hu-Hw obtained from position-transducer hu-hw, respectively is inputted into the controller 13.

[0067] 15 is a throttle sensor which detects the amount of displacement of rate controller material which adjusts the rate of an electric car, such as an accelerator grip and an AGUSERU pedal, as throttle opening alpha. The throttle sensor 15 of illustration consists of a potentiometer by which moving contact 15a was connected with rate controller material. The direct-current constant voltage E acquired from the constant-voltage DC-power-supply circuit which is not illustrated is impressed to the both ends of the potentiometer which constitutes the throttle sensor 15, and throttle signal Valpha which is proportional to the throttle opening alpha between moving contact 15a of this potentiometer and touch-down is obtained. The throttle signal acquired from the throttle sensor 15 is inputted into the controller 13. A throttle signal is changed into digital value Vth by the A/D converter formed in the controller 13, and is read into a microcomputer CPU.

[0068] In order to detect each temperature of armature coil Lu-Lw of a three phase circuit in this invention again, temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw which has a negative temperature coefficient or a positive temperature coefficient to each of the armature coil of a three phase circuit is prepared, and these temperature-sensitive resistance elements are thermally combined with the armature coil of each phase.

[0069] In addition, it means combining a temperature-sensitive resistance element and an armature coil directly or indirectly so that it may be delivered that it combines a temperature-sensitive resistance element with an armature coil thermally to a temperature-sensitive resistance element directly [ the temperature of an armature coil ], or indirectly (letting the insulating layer of an iron core or a coil pass). You may fix with adhesives etc. on the armature coil of each phase, and may make it fix the temperature-sensitive resistance element which detects the temperature of the armature coil of each phase by adhesion etc. on an armature core in the condition of having made the armature coil approaching.

[0070] When two or more armature coils of each phase are prepared every, the temperature-sensitive resistance element of each phase is thermally combined with any one of the armature coils of each phase which has more than one.

[0071] As shown in drawing 5 , temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw is mutually connected to juxtaposition, and the thermometric element 20 for armature coils is constituted by these temperature-sensitive resistance elements.

[0072] One analog input port P1 of microcomputer-CPU 13A where the electrical-potential-difference impression circuit 21 which impresses fixed direct current voltage to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw is formed in the controller 13, and the electrical potential difference (electrical potential difference proportional to the juxtaposition composition value of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw) of the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw constitutes a controller 13 as a temperature detecting signal It is inputted.

[0073] resistance R1 to which the end was connected to the output terminal by the side of the straight polarity of the direct-current constant-voltage-power-supply circuit which is not illustrated in the example shown in drawing 5 this resistance R1 Capacitor C1 connected with the other end between touch-down It has become. from -- Capacitor C1 Voltage signal Vt with which the electrical potential difference of both ends was impressed to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw, and is proportional to the juxtaposition combined-resistance value of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw It is obtained. this temperature detecting signal Vt Resistance R2 Capacitor C2 from -- the becoming integrating circuit -- letting it pass -- one analog input port P1 of CPU13A It is inputted.

[0074] Moreover, in order to detect the temperature (temperature of a switching device) of a switching circuit 10, the temperature-sensitive resistance element Rts (refer to drawing 1 ) is thermally combined with the heat sink with which the configuration component of a switching circuit 10 is attached, and the thermometric element for switching circuits is constituted from this example by this temperature-sensitive resistance element Rts. The electrical-potential-difference impression circuit (not shown) which impresses fixed direct current



voltage is established in the both ends of the temperature-sensitive resistance element  $R_{ts}$ , and the temperature detecting signal  $V_{ts}$  obtained to the both ends of the temperature-sensitive resistance element  $R_{ts}$  is inputted into the controller 13 in the analog input port (not shown) established in CPU13A of a controller 13.

[0075] A controller 13 calculates the rotational speed  $N$  of a motor, when for example, position-transducer hu-hw measures the recurrence interval of the location detecting signal of the shape of a square wave generated, respectively. This rotational speed  $N$  Duty ratio  $DF$  of the drive current supplied to the armature coil of the brush loess direct current motor 1 based on the throttle opening information acquired from the value (digital value)  $V_{th}$  of a throttle signal, Angle-of-advance (phase contrast with change-over include angle of criteria decided by arrangement of actual change-over include-angle and position transducer which switch phase of armature coil which passes drive current)  $\gamma$  is calculated. The operation of duty ratio  $DF$  and angle-of-advance  $\gamma$  is performed by interpolation using the three-dimension map for an angle-of-advance operation (any map is memorized by ROM) which gives the relation between the three-dimension map for a duty ratio operation, and the rotational speed  $N$  and throttle opening which gives the relation between rotational speed  $N$ , throttle opening, and duty ratio  $DF$ , respectively, and angle-of-advance  $\gamma$ .

[0076] A rotational-speed detection means by which the process in which the above-mentioned rotational speed is calculated among the programs which the microcomputer which constitutes a controller 13 performs detects the rotational speed of a motor is realized. Moreover, a duty ratio operation means to calculate the duty ratio of a drive current to the value and rotational speed of a throttle signal according to the process in which a duty ratio is calculated using the above-mentioned map for a duty ratio operation is constituted, and an angle-of-advance operation means is constituted by the process in which angle of advance is calculated to a throttle signal using the above-mentioned map for an angle-of-advance operation.

[0077] A controller 13 determines the phase which passes a drive current based on the output signal of position-transducer hu-hw again. Switching the phase which passes a drive current at the change include angle which has the angle of advance calculated with the angle-of-advance operation means to the armature coil of the determined phase The command signal which orders it to give a driving signal to the predetermined switching device of a switching circuit 10 is given to a driver circuit 14 in order to pass the drive current of an PWM wave which is intermittent with the duty ratio calculated with the duty ratio operation means to the armature coil of a predetermined phase. A driver circuit 14 gives a driving signal to a predetermined switching device according to this command signal.

[0078] Drawing 2 (A) thru/or (I) are the wave form charts having shown the wave of the location detecting signal in the case of performing switching control 180 degrees and driving the brush loess direct current motor shown in drawing 1, and the on-off-control-action wave of each switching device of a switching circuit 10.

Drawing 2 (A) thru/or (C) show an example of location detecting-signal Hu-Hw which position-transducer hu-hw generates, respectively, and drawing 2 (D) thru/or (F) show the on-off control action of switching device 10u of the upper case of a switching circuit 10 at the time of making into the change-over include angle of criteria the include angle which switches the phase of the armature coil which passes a drive current thru/or 10w, respectively. Moreover, drawing 2 (G) thru/or (I) show the on-off control action of the switching devices 10x-10z of the lower berth of a switching circuit 10, respectively.

[0079] By performing logical operation to the location detecting signal shown in drawing 2 (A) thru/or (C), a controller 13 determines the section which makes an ON state each switching device of a switching circuit 10, and the section made into an OFF state, and gives a driving signal to the switching device between the divisions which make each switching device an ON state. In order to carry out PWM control of the drive current, the switching device of the lower berth is made to turn on and off with a predetermined duty ratio in the example of illustration as a wave which is intermittent with the duty ratio which calculated the driving signal given to the switching devices 10x-10z of the lower berth with the duty ratio operation means.

[0080] The PWM control means which controls a switching circuit 10 by the process in which the driving signal given to switching devices 10x-10z among the programs which CPU of a controller performs is made intermittent with the duty ratio calculated with the duty ratio operation means to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated the drive current to the throttle signal consists of examples shown in drawing 2.

[0081] In a brush loess direct current motor, the magnitude of a drive current changes and the maximum generating torque and a maximum shaft speed change with angle-of-advance  $\gamma$ . Generally, the magnitude

of angle of advance is set up according to an application, a torque characteristic demanded or a maximum shaft speed needed of a motor, etc. In the case of the brush loess direct current motor which drives an electric car When the rotational speed of a motor is below the set point, it is angle-of-advance gamma of normal about angle-of-advance gamma. It fixes. Angle-of-advance gamma is followed on the rise of rotational speed in the range exceeding the tooth-lead-angle initiation rotational speed to which the rotational speed of a motor was set, and it is angle-of-advance gamma of normal. A tooth lead angle is carried out. Angle-of-advance gamma is controlled in the range which becomes more than the tooth-lead-angle termination rotational speed to which the rotational speed of a motor was set in many cases to fix to the maximum which had the amount of tooth lead angles of angle of advance set up.

[0082] When controlling angle-of-advance gamma, the angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle which switches the phase which passes a drive current to the throttle signal to the change-over include angle of the criteria decided by the output of a position transducer is prepared in a controller 13.

[0083] This angle-of-advance control means is constituted from a change-over include angle of the criteria determined with the output of the angle of advance and the position transducer which were calculated with the angle-of-advance operation means among a series of processes of the program which CPU of a controller 13 performs by the process in which the timing which switches the phase which passes a drive current is determined.

[0084] angle-of-advance gamma of normal the angle of advance from which the maximum torque is generally obtained in order to enlarge torque at the time of start of an electric car although it is arbitrary how it sets up -- angle-of-advance gamma of normal \*\* -- it carries out.

[0085] It is angle-of-advance gamma of normal about angle-of-advance gamma in the field in which rotational speed N exceeds the set point. While operating where the amount of displacement by the side of accelerating of rate controller material is made into max on an uphill etc. (condition of a full throttle) when performing control which carries out a tooth lead angle, it will be maintained at maximum by the amount of tooth lead angles of angle-of-advance gamma, and rated value will be exceeded the drive current of a motor. When such a condition continues for a long time, the temperature of an armature coil rises, an allowed value is exceeded, and there is a possibility of damaging by fire.

[0086] When the rotational speed of a motor changes into a very low condition especially or a motor changes into a lock condition by the overload, since [ being fairly long ] time amount continuation will be carried out, the condition that a bigger drive current than the armature coil of other phases flows goes up compared with the temperature of the armature coil of the phase of others [ temperature / of the armature coil of a specific phase ] to the armature coil of a specific phase.

[0087] for example, when 180-degree switching control as shown in drawing 2 in the brush loess direct current motor shown in drawing 1 is performed Since the current which flowed into the coil of each phase from the power source shunts toward the coil of other two phases and returns to a power source, If a motor will be in a lock condition, in order that the condition that a twice as many current as the drive current which flows, respectively flows may continue the armature coil of other two phases to the armature coil of one phase, the temperature of the armature coil of one phase with which the big current is flowing rises rapidly. Moreover, by the time the motor locked, when not resulting and the rotational speed becomes very low, in order [ that the condition that a twice as many current as the drive current which flows the armature coil of other two phases to the armature coil of one phase flows is long ] to carry out time amount continuation, the condition that only the temperature of the armature coil of a specific phase carries out an abnormality rise arises. When the temperature of an armature coil carries out an abnormality rise, in order to prevent the burning, it is necessary to reduce the output of a motor immediately.

[0088] As mentioned above, when there is a possibility that only the temperature of the armature coil of a specific phase may carry out an abnormality rise, in order to aim at protection of a motor accurately, it is required to detect the temperature of the armature coil of all phases rather than to detect only the temperature of the armature coil of a plane 1.

[0089] Then, in this invention, as shown in drawing 1 , temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw is thermally combined with armature coil Lu-Lw of a three phase circuit, respectively, these temperature-sensitive resistance elements of each other are connected to juxtaposition, and fixed direct current voltage is impressed to

the both ends of the parallel circuit of these temperature-sensitive resistance elements. And voltage signal  $V_t$  acquired to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  When the existence of an abnormality rise of the temperature of an armature coil is detected and the abnormality rise of temperature is detected from size relation with the set point set up to the armature coil, control to which the output of a motor is reduced is performed and the rise of the temperature of an armature coil is controlled.

[0090] As mentioned above, voltage signal  $V_t$  which will be acquired to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  if temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  thermally combined with the armature coil of a three phase circuit, respectively is connected to juxtaposition and fixed direct current voltage is impressed to the both ends of the parallel circuit of these temperature-sensitive resistance elements The information on the temperature of the armature coil of all phases will be included. Therefore, the above-mentioned voltage signal  $V_t$  By converting a value into temperature  $t$ , the information on the temperature of the armature coil of a three phase circuit can be acquired.

[0091] The above-mentioned voltage signal  $V_t$  In order to convert a value into temperature For example, voltage signal  $V_t$  Voltage signal  $V_t$  which ROM was made to memorize experimentally in quest of the table (table) which gives a value and relation with temperature  $t$ , and was beforehand sampled with the fixed sampling period as an electrical potential difference / a temperature conversion table Value, What is necessary is just made to carry out the interpolation operation of the temperature corresponding to each voltage signal using the temperature read from the table to the value of this voltage signal.

[0092] A fixed electrical potential difference is impressed to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  which detects the temperature of armature coil  $L_u$ - $L_w$  of a three phase circuit as mentioned above, respectively. The both ends of the parallel circuit of these temperature-sensitive resistance elements to voltage signal  $V_t$  In the condition of rotating with the rotational speed to which a motor exceeds setting rotational speed when it obtains The electrical potential difference  $V_{t1}$  obtained to the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element when the temperature of the armature coil of each phase exceeds tolerance, When a motor changes into a lock condition and only the temperature of the armature coil of a specific phase exceeds tolerance, a different value from the electrical potential difference  $V_{t2}$  obtained to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  is taken.

[0093] Therefore, in case a voltage signal is converted into temperature, it is necessary to use different electrical potential difference / temperature conversion table in the time of a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition, and the time of being in a super-low rotation condition and a lock condition.

[0094] Then, the super-low rotation condition that the motor was set up in this invention as shown in drawing 7 (are close to a lock condition) Rotation condition judging means 13A which judges whether it is in the low rotational speed or the lock condition which the condition that only the temperature of the armature coil of a specific phase carries out an abnormality rise tends to produce is prepared. With this judgment means When judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition, the 1st electrical potential difference / temperature conversion table the time of super-low rotation and for the time of a lock are used, and it is temperature  $t_1$  about the value of the voltage signal  $V_{t1}$  of the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$ . It converts.

[0095] Moreover, when judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the above-mentioned rotation condition distinction means, the 2nd electrical potential difference / temperature conversion table for the time of steady operation are used, and it is temperature  $t_2$  about the value of the voltage signal  $V_{t2}$  of the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$ . It converts.

[0096] The electrical potential difference / temperature conversion table of the above 1st are used, and it is temperature  $t_1$  about a voltage signal  $V_{t1}$ . According to the process to convert, the 1st electrical potential difference / temperature conversion means 13B of drawing 7 are constituted, the 2nd electrical potential difference / temperature conversion table are used, and it is temperature  $t_2$  about a voltage signal  $V_{t2}$ . The process to convert constitutes the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means 13C.

[0097] and in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by rotation condition judging means 13A Temperature  $t_1$  converted by the electrical potential difference / temperature conversion means 13B of the above 1st 1st motor output-control means 13D the control to which the case where the temperature converted when 1st laying temperature  $t_1$ s was exceeded is higher

makes the output of a motor low is made to perform, In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition and a lock condition by rotation condition judging means 13A Temperature t2 converted by the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means 13C 2nd motor output-control means 13E the control to which the case where the temperature converted when 2nd laying temperature t2s was exceeded is higher makes the output of a motor low is made to perform constitutes temperature rise control control means 13F.

[0098] as mentioned above, although 1st laying temperature t1s and 2nd laying temperature t2s may be equal and you may differ, when a motor is in a super-low rotation condition or a lock condition Since the temperature of an armature coil carries out an abnormality rise in the inside of a short time and it is easy to damage it by fire compared with the time of stationary rotation of a motor, for insurance 1st laying temperature t1s which determines the timing which starts the control (temperature rise inhibitory control) which restricts the output of a motor at the time of super-low rotation of a motor or a lock It is desirable to set up lower than 2nd laying temperature t2s which determines the timing which starts the control which restricts the output of a motor at the time of stationary rotation of a motor.

[0099] The super-low rotation condition that it is necessary to perform temperature rise inhibitory control can be detected by judging whether the rotational speed of a motor is lower than the set point, when throttle opening has become more than setting opening. Moreover, the lock condition of the motor which needs temperature rise inhibitory control can be judged by seeing the rotational speed of a motor whether be zero or not, when throttle opening has become beyond the set point. Therefore, rotation condition judging means 13A of drawing 7 can be constituted by establishing the process in which it judges whether throttle opening is beyond the set point to the program which CPU of a controller 13 is made to perform, and the process in which it judges whether the rotational speed of a motor is lower than the set point when throttle opening has become beyond the set point.

[0100] Voltage signal Vt acquired with the above-mentioned configuration to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw Although it judged whether the unusual temperature rise would have arisen with the armature coil by converting into temperature and measuring the converted temperature with laying temperature, it is a voltage signal Vt. It can also judge whether the unusual temperature rise has arisen also by comparing with the predetermined set point, without converting a value into temperature.

[0101] Voltage signal Vt It is necessary to change a value with the set point used in order to judge whether only the temperature of the armature coil of some phases is carrying out the abnormality rise since it differs in the time of only the temperature of some armature coils carrying out the abnormality rise, and the time of the temperature of the armature coil of all phases carrying out the abnormality rise similarly, and the set point used in order to judge whether the temperature of all armature coils is carrying out the abnormality rise similarly.

[0102] In this case, rotation condition judging means 13A which judges whether a controller is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor 1 was set up as shown in drawing 8 , In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by rotation condition judging means 13A, it is 1st set point Vt1s about the value of the above-mentioned voltage signal Vt1. It compares. 1st motor output-control means 13D which the case where the difference of the value of a voltage signal Vt1 and 1st set point Vt1s is larger controls to make the output of a motor low when judged with the temperature of the armature coil of some phases being over an allowed value from the size relation between the value of this voltage signal, and the 1st set point -- ' -- The 2nd set point Vt2s which is different from the 1st set point in the value of a voltage signal Vt2 in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by rotation condition judging means 13A It compares. When judged with the temperature of each armature coil being over an allowed value from the size relation between the value of a voltage signal, and the 2nd set point It is alike and they are the value of a voltage signal Vt2, and 2nd set point Vt2s. 2nd motor output-control means 13E' which the case where a difference is larger controls to make the output of a motor low constitutes temperature rise control control means 13F.

[0103] As mentioned above, the value of a voltage signal Vt1 and 1st set point Vt1s When judging whether it compares and the abnormality rise of temperature has arisen only with the armature coil of some phases, the relation between the value of a voltage signal when the abnormality rise of temperature has arisen, and the 1st set point is different whether the temperature coefficient of temperature-sensitive resistance element Rtu-Rtw is forward, or it is negative. That is, when it is detected that the value of a voltage signal became larger than the

1st set point when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element was forward, it can judge with the abnormality rise of temperature having arisen only with the armature coil of some phases. Moreover, when it is detected that the value of a voltage signal became smaller than the 1st set point when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element was negative, it can judge with the abnormality rise of temperature having arisen only with the armature coil of some phases.

[0104] It is 2nd set point  $V_{t2s}$  about the value of the above-mentioned voltage signal  $V_{t2}$ . The size relation between the value of the voltage signal  $V_{t2}$  in the case of judging whether it compares and the abnormality rise of temperature has arisen with the armature coil of all phases and the 2nd set point is different similarly whether the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is forward, or it is negative.

[0105] Moreover, when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is forward, it is necessary to set the 2nd set point of the above as a larger value than the 1st set point, and when the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is negative, it is necessary to set the 2nd set point of the above as a value smaller than the 1st set point.

[0106] What is necessary is to amend a duty ratio and just to decrease the drive current passed to an armature coil by multiplying the duty ratio calculated for example, with the duty ratio operation means by the correction factor  $K$  ( $<100\%$ ), in order to reduce the output of a motor at the time of the abnormality rise of the temperature of an armature coil.

[0107] A controller 13 in this case, by making CPU perform a predetermined program Rotation condition judging means 13A which judges whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up as shown in drawing 9, When judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up by rotation condition judging means 13A, it is temperature  $t_1$  about a voltage signal. The 1st electrical potential difference / temperature conversion means 13B to convert, When judged with a motor up by rotation condition judging means 13A, it is temperature  $t_2$  about a voltage signal. The 2nd electrical potential difference / temperature conversion means 13C to convert, [ a super-low rotation condition and ] [ lock ] In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by rotation condition judging means 13A, by the 1st electrical potential difference / temperature conversion means 13B Converted temperature  $t_1$  The case where the temperature converted when 1st laying temperature  $t_1s$  was exceeded is higher the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current so that it may be made small The 1st duty ratio amendment means 13G which amends the duty ratio calculated with the duty ratio operation means, In the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition and a lock condition by rotation condition judging means 13A, by the 2nd electrical potential difference / temperature conversion means 13C Converted temperature  $t_2$  The case where the temperature converted when 2nd laying temperature  $t_2s$  was exceeded is higher the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current so that it may be made small The 2nd duty ratio amendment means 13H which amends the duty ratio calculated with the duty ratio operation means is realized. In this case, temperature rise control control means 13F are constituted by the 1st duty ratio amendment means 13G and the 2nd duty ratio amendment means 13H.

[0108] In addition, the switch control means which controls a switching circuit 10 to switch the phase which passes a drive current in drawing 9 according to the output of position-transducer hu-hw so that 13J may rotate Rota of a motor, A duty ratio operation means to calculate the duty ratio of a drive current to the throttle signal with which the throttle sensor 15 outputs 13K, 13L is an PWM control means which controls a switching circuit 10 to consider as the current of an PWM wave which is intermittent with the duty ratio which calculated the drive current by duty ratio operation means 13K.

[0109] What is necessary is to ask for the correction factor  $K$  ( $<100\%$ ) which has relation as shown in drawing 3 as opposed to the converted temperature, and just to take advantaging of the duty ratio which calculated this correction factor  $K$  by duty ratio operation means 13H, in order to amend the duty ratio of a drive current as mentioned above.

[0110] The axis of abscissa of drawing 3 is a voltage signal  $V_t$ . The temperature  $t$  converted and acquired is shown and the axis of ordinate shows the correction factor  $K$ . When it is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up, in this example When the converted temperature  $t$  has become like Curve a more than the 1st set point  $t_{s1}$  (the example of illustration 120 degrees C) When the rise of temperature  $t$  is decreased with a correction factor  $K$  and a motor up (at the time of stationary transit), [ a super-low rotation

condition or ] [ lock ] When the converted temperature  $t$  has become like Curve  $b$  more than the 2nd set point  $ts_2$  [ higher than the 1st set point ] (the example of illustration 160 degrees), he is trying to decrease the rise of temperature  $t$  with a correction factor  $K$ .

[0111] With this operation gestalt, as a map for a correction factor operation which gives the relation between temperature  $t$  and a correction factor  $K$  In the lock condition of using when the super-low rotation condition or lock condition of a motor is detected, a temperature compensation map (map for calculating a correction factor according to the curve  $a$  of drawing 3 ), Two kinds of maps with a temperature compensation map (map for calculating a correction factor according to the curve  $b$  of drawing 3 ) are prepared at the time of the stationary transit used when the super-low rotation condition or the lock condition is not detected. According to the result of the judgment by the rotation condition judging means, a correction factor  $K$  is calculated to the temperature searched for from the temperature detecting signal using one of the maps of these.

[0112] It is what showed the algorithm of the subroutine for a correction factor operation performed in order that drawing 4 may calculate a correction factor  $K$ , when the temperature detected by the temperature detecting signal exceeds the set point in the temperature rise inhibitory control concerning this invention. When the temperature detected by the temperature detecting signal in the condition of being judged with this subroutine being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up exceeds the 1st set point  $ts_1$ , And when the temperature detected by the temperature detecting signal in the condition of being judged with a motor up exceeds the 2nd set point  $ts_2$ , it performs. [ a super-low rotation condition or ] [ lock ]

[0113] In following the algorithm shown in drawing 4 , it judges whether in step 1, a motor is in a super-low rotation condition or a lock condition first. Consequently, when judged with it being in a super-low rotation condition or a lock condition, a temperature compensation map is searched in the lock condition which progresses to step 2 and is memorized by ROM, a correction factor  $K$  (correction factor given by the curve  $a$  of drawing 3 ) is calculated using the map of a step 3 smell lever, and RAM is made to memorize.

[0114] Moreover, when judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition, in step 4, a temperature compensation map is searched at the time of stationary transit, a correction factor  $K$  (correction factor given by the curve  $b$  of drawing 3 ) is calculated using the map of a step 3 smell lever, and RAM is made to memorize in step 2.

[0115] When the duty ratio calculated with the duty ratio operation means using the correction factor calculated as mentioned above is amended, the relation between the throttle opening  $\alpha$  at the time of stationary transit and the duty ratio of PWM control changes with temperature  $t$ , as shown in drawing 6 . include angle  $\alpha_1$  with the throttle opening near [ when polygonal-line  $a$  of drawing 6 has the temperature lower than the set point  $ts_2$  detected by the temperature detecting signal, the duty ratio calculated to the throttle opening  $\alpha$  is shown, and / a duty ratio ] a close-by-pass-bulb-completely condition from -- while changing to the include angle  $\alpha_2$  near a full open condition, it increases linearly to the throttle opening  $\alpha$ .

[0116] Moreover, for polygonal-line  $b$  thru/or  $d$  of drawing 6 , the temperature detected by the temperature detecting signal is  $t_1$  and  $t_2$ , respectively. And when it is  $t_3$  ( $ts_2 < t_1 < t_2 < t_3$ ), the duty ratio after the amendment called for by multiplying the duty ratio of this drawing  $a$  by the calculated correction factor is shown. The increment rate of a duty ratio of as opposed to the increment per unit of throttle opening in the case where the detected temperature is higher becomes small.

[0117] Moreover, when having become beyond the set point to which the temperature of a switching circuit was set to this switching circuit with this operation gestalt by the temperature-sensitive resistance element  $R_{ts}$  prepared to the switching circuit 10 is detected, he multiplies the duty ratio calculated with the duty ratio operation means by the correction factor, and is trying to make the control amended to a value smaller than the value which calculated the duty ratio of a drive current perform.

[0118] Namely, when it becomes more than the laying temperature (laying temperature at the time of super-low \*\* and a lock, and laying temperature at the time of steady operation) to which the temperature detected in this operation gestalt by the thermometric element for armature coils constituted by temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  was set to the armature coil, Or when it becomes more than the laying temperature to which the temperature detected by the thermometric element for switching circuits was set to the switching circuit The temperature rise inhibitory control amended according to the temperature which had the duty ratio calculated with the duty ratio operation means so that the case where the temperature which had the increment rate to the throttle opening of the duty ratio calculated with the duty ratio operation means detected is higher might make it



small detected is made to perform.

[0119] In this invention, when the abnormality rise of the temperature of an armature coil is detected, the drive current of a motor not being made into zero, but passing the drive current of the range which does not cause trouble when controlling the abnormality rise of the temperature of an armature coil is being continued. Thus, if constituted, when temperature rise inhibitory control works, it can prevent a motor's stopping suddenly or reversing.

[0120] It is [ a possibility that the temperature of an armature coil tends to rise while running the uphill in the state of a full throttle in the case of an electric car, but driving torque may be lost and a car may carry out a driving-backward line especially if the drive current of a motor is suddenly made into zero at this time ] and is dangerous. Since it can continue giving torque to a drive wheel also after temperature rise inhibitory control worked on the slope and the car has stopped if it continues passing a drive current to a motor like this invention in case temperature rise inhibitory control is performed, it can prevent a car carrying out a driving-backward line.

[0121] You may make it judge whether the unusual temperature rise has arisen by comparing with the predetermined set point, although it judged whether the unusual temperature rise would have arisen by measuring with laying temperature the temperature which converted into temperature the voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element, and was converted with the above-mentioned configuration, without converting the value of a voltage signal into temperature.

[0122] Voltage signal  $V_t$  acquired from the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  In performing temperature rise inhibitory control, without converting a value into temperature As shown in drawing 10 , temperature rise control control means 13F in the condition of being judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up by rotation condition judging means 13A It is 1st set point  $V_{t1s}$  about the value of the voltage signal  $V_{t1}$  acquired to the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element. When judged with having compared and the temperature of the armature coil of some phases having exceeded tolerance from the size relation between this voltage signal and the 1st set point About the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current, they are the value of a voltage signal  $V_{t1}$ , and 1st set point  $V_{t1s}$ . So that the case where a difference is larger may make it small (like [ when a temperature rise is large ]) 1st duty ratio amendment means 13G' which amends the duty ratio calculated with the duty ratio operation means, In the condition of being judged with a motor up by rotation condition judging means 13A [ a super-low rotation condition or ] [ lock ] The 2nd set point  $V_{t2s}$  which is different from the 1st set point  $ts1$  in a voltage signal  $V_{t2}$  When judged with having compared and the temperature of the armature coil of each phase having exceeded tolerance from the size relation between this voltage signal and the 2nd set point a drive -- a current -- a duty ratio -- a throttle -- opening -- receiving -- an increment -- a rate -- a voltage signal -- a value -- the -- two -- the set point -- a difference -- being large -- a case -- like -- small -- carrying out -- as -- a duty ratio -- an operation -- a means -- calculating -- having had -- a duty ratio -- amending -- the -- two -- a duty ratio -- amendment -- a means -- 13 -- H -- ' -- having had -- a configuration -- \*\* -- carrying out . In this case, temperature rise control control means 13F are constituted by 1st duty ratio amendment means 13G' and 2nd duty ratio amendment means 13H'.

[0123] As mentioned above, a different value from the electrical potential difference  $V_{t1}$  obtained to the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element when the temperature of the armature coil of all phases exceeds tolerance similarly in the condition of rotating with the rotational speed to which a motor exceeds setting rotational speed, and the electrical potential difference  $V_{t2}$  obtained to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  when a motor changes into a lock condition and only the temperature of the armature coil of a specific phase exceeds tolerance is taken. For example, it is set to  $V_{t1} < V_{t2}$  when temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  has the negative temperature coefficient. Therefore, to judge whether the temperature of an armature coil is carrying out the abnormality rise of the value of the voltage signal acquired to the both ends of the parallel circuit of temperature-sensitive resistance element  $R_{tu}$ - $R_{tw}$  as mentioned above as compared with the set point, it is necessary to change the set point for judging the existence of an abnormality rise of temperature in the time of a motor being in a lock condition, and the time of there being nothing.

[0124] Moreover, the above-mentioned set point is different whether the temperature coefficient of a temperature-sensitive resistance element is forward, or it is negative. When the temperature-sensitive resistance



element has the positive temperature coefficient, the value of the above-mentioned voltage signal is 1st set point  $V_{t1s}$ . When it becomes small, it can judge with the temperature rise which exceeds tolerance with some armature coils having arisen.

[0125] Moreover, when the temperature-sensitive resistance element has the negative temperature coefficient, the value of the above-mentioned voltage signal is 1st set point  $V_{t1s}$ . 2nd small set point  $V_{t2s}$  When it becomes small, it can judge with the temperature rise which exceeds tolerance by armature coil Lu-Lw having arisen.

[0126] When it becomes beyond the set point to which the temperature detected in the above-mentioned example by the temperature detecting signal obtained from the thermometric element for armature coils was set to the armature coil Although the duty ratio of a drive current is made small and he is trying to reduce the output of a motor by amending the duty ratio calculated with the duty ratio operation means to a small value When the abnormality rise of temperature is detected, you may make it reduce the output of a motor by carrying out the lag of the angle of advance.

[0127] In namely, the condition of being judged with it being in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up When the temperature which converted and acquired the voltage signal acquired from the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element is over the 1st laying temperature The angle of advance which the angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle which switches the phase which passes a drive current with the angle-of-advance operation means is amended. In the condition of being judged with a motor up [ a super-low rotation condition or ] [ lock ] When the converted temperature is over the 2nd laying temperature higher than the 1st laying temperature A temperature rise control control means may be constituted so that the angle of advance which the angle-of-advance operation means calculated so that a lag might be carried out rather than the change include angle which has the angle of advance which calculated the change include angle of the phase which is alike and passes a drive current with the angle-of-advance operation means may be amended and the output of a motor may be restricted.

[0128] Also when detecting the existence of an abnormality rise of the temperature of an armature coil by comparing with the 1st set point or the 2nd set point the voltage signal acquired from the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element, the approach of reducing the output of a motor similarly by carrying out the lag of the angle of advance at the time of the abnormality rise of temperature can be taken.

[0129] When performing control which amends angle of advance to a lag side at the time of a temperature rise, as mentioned above, a temperature rise control control means When the temperature which converted and acquired said voltage signal in the condition of being judged with said motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with a rotation condition judging means is over the 1st laying temperature So that the case where the temperature into which the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current was converted is higher may make it small It amends according to the temperature which had the duty ratio calculated with the duty ratio operation means detected. When having become beyond the 2nd set point with the temperature higher than the 1st set point converted in the condition of being judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means It is desirable to constitute so that the control amended according to the temperature into which the duty ratio calculated with the duty ratio operation means was converted may be combined and may be performed so that the case where the temperature which had the increment rate to the throttle opening of the duty ratio of a drive current detected is higher may make it small.

[0130] Although he is trying to acquire the drive current of an PWM wave in the above-mentioned example by making the switching device of the lower berth of a switching circuit turn on and off, you may make it acquire the drive current of an PWM wave, and may make it acquire the drive current of an PWM wave by making the both sides of the switching device of an upper case, and the switching device of the lower berth turn on and off by making the switching device of the upper case of a switching circuit turn on and off.

[0131] Although arranged in the above-mentioned example in the location to which 90 degrees went by the electrical angle to the core of tooth parts Pu, Pv, and Pw that the hole IC which constitutes position transducers hw, hu, and hv was wound around the armature coil of U phase thru/or W phase, the arrangement location is not limited to the above-mentioned example that a position transducer should just detect the angle-of-rotation

location to the stator of Rota.

[0132] The method of a drive of a brush loess direct current motor is not restricted to the above-mentioned example, and although 180 degree switching control is made to perform, also when the magnetic flux which drops off through the tooth part around which the armature coil of each phase was wound performs "120 degree switching control" which passes a drive current to the armature coil of section each phase of 60 degrees (electrical angle) before and behind the location which passes through a zero point and rotates a motor, in the above-mentioned example, it can apply this invention.

[0133] In making 120-degree switching control perform in a three-phase-circuit brush loess direct current motor, the drive current which flowed into the armature coil of each phase returns from a power source to a power source through the armature coil of other planes 1. In this case, if a motor will be in a lock condition, in order that the condition that a drive current flows to the armature coil of two specific phases, and a drive current does not flow to the armature coil of other planes 1 may continue, only the temperature of the armature coil of two specific phases rises. Therefore, temperature rise inhibitory control cannot be made to perform accurately in having detected the temperature of the armature coil of a specific plane 1 also in this case. In order to make temperature rise inhibitory control perform accurately, it is required to detect all the temperature of armature coil Lu-Lw of a three phase circuit.

[0134] Moreover, although the hole IC is used as a position transducer, it replaces with a hole IC and you may make it use position transducers, such as a photograph encoder, in the above-mentioned example.

[0135] The thing of structure which transmits the output of a motor to the driving wheel of a car directly is sufficient as the electric car which applies this invention, and the thing it was made to transmit the output of a motor to a driving wheel through a reducer is sufficient as it.

[0136] Although the field of Rota is constituted from the above-mentioned example by the permanent magnet, this invention can be applied also when a coil constitutes the field of Rota.

[0137] In the above-mentioned example, although the brush loess motor of a three phase circuit was taken for the example, this invention can be applied, when the source resultant pulse number n of an armature coil is two or more.

[0138] Moreover, also in other motors with which the armature coil of n phase is prepared in a stator side, when the condition that a drive current continues flowing to the armature coil of a specific phase at the time of super-low rotation or a lock arises, an unusual temperature rise produces not only a brush loess direct current motor but a stepping motor, a pulse motor, etc. with the armature coil. Therefore, also in other motors with which a field is prepared in Rota and the armature coil of n phase is prepared in a stator side, when performing temperature rise inhibitory control, it is useful to combine a temperature-sensitive resistance element with the armature coil of all phases thermally like this invention, and to take the configuration which connects the temperature-sensitive resistance element for a source resultant pulse number to juxtaposition.

[0139]

[Effect of the Invention] As mentioned above, by according to this invention, combining with the armature coil of n phase thermally, respectively, and impressing fixed direct current voltage to the both ends of the parallel circuit of a temperature-sensitive resistance element While acquiring a voltage signal including the temperature information on the armature coil of n phase to the both ends of the parallel circuit of this temperature-sensitive resistance element A rotation condition judging means to judge whether it is in the super-low rotation condition or the lock condition that the motor was set up is established. When judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition with this rotation condition judging means Control to which the output of a motor is reduced when the temperature which converted and acquired the above-mentioned voltage signal exceeds the 1st laying temperature is performed. Since it was made to make the control to which the output of a motor is reduced perform when the temperature converted when judged with a motor being in a super-low rotation condition or a lock condition by the rotation condition judging means exceeded the 2nd laying temperature higher than the 1st laying temperature of the above Also at the time of super-low rotation of a motor and a lock, also at the time of stationary rotation, when the abnormality temperature rise of an armature coil arises, the output of a motor can be reduced, and protection of an armature coil can be aimed at accurately again.

[0140] Moreover, since the temperature information in which the temperature of the armature coil of all phases was reflected can be read only by using one analog input port of CPU of a controller according to this invention,

an armature coil can be certainly protected from overheating, without using expensive CPU with many analog input ports.

---

[Translation done.]

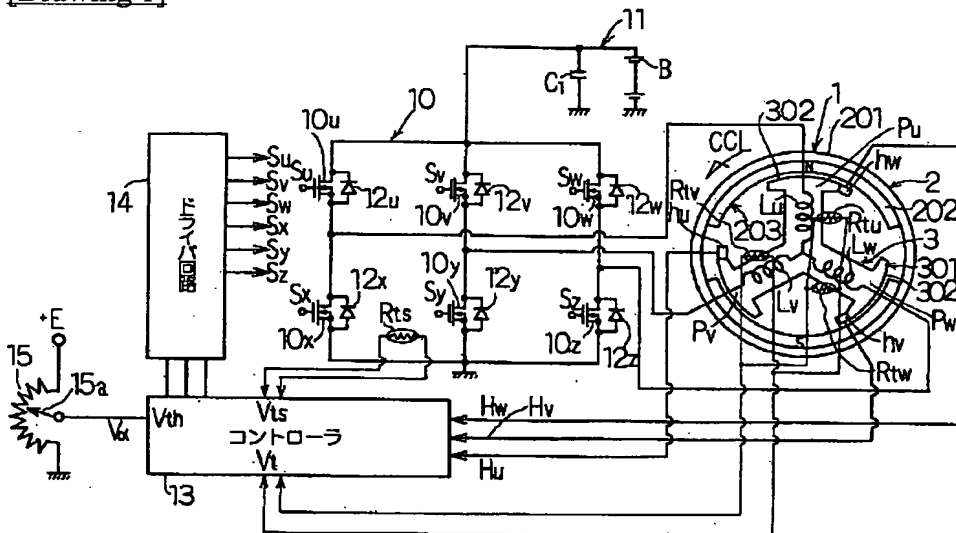
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

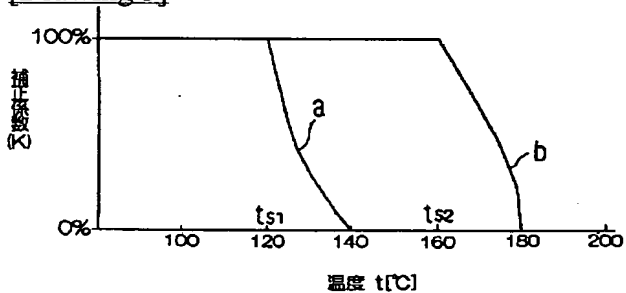
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

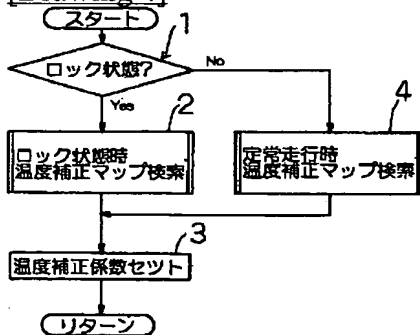
[Drawing 1]



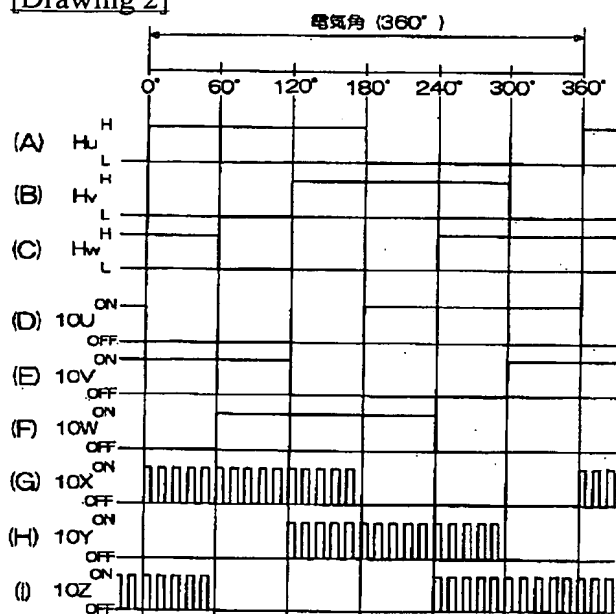
[Drawing 3]



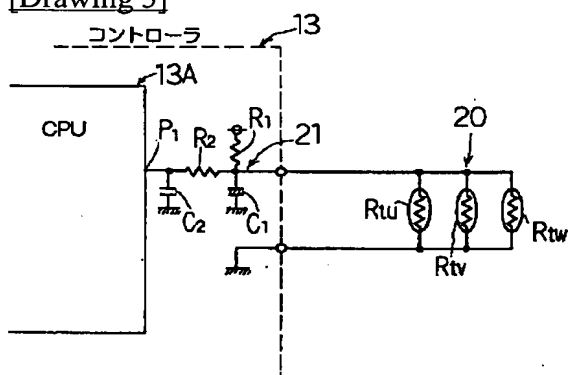
[Drawing 4]



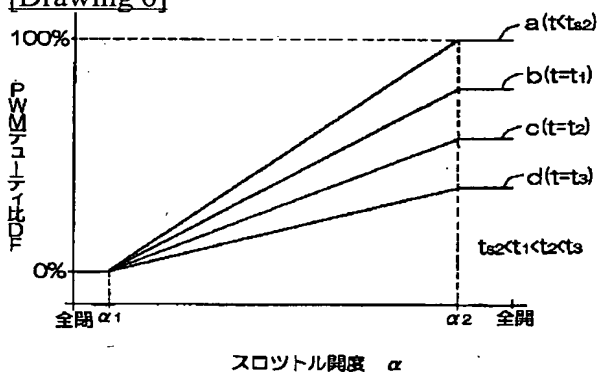
[Drawing 2]



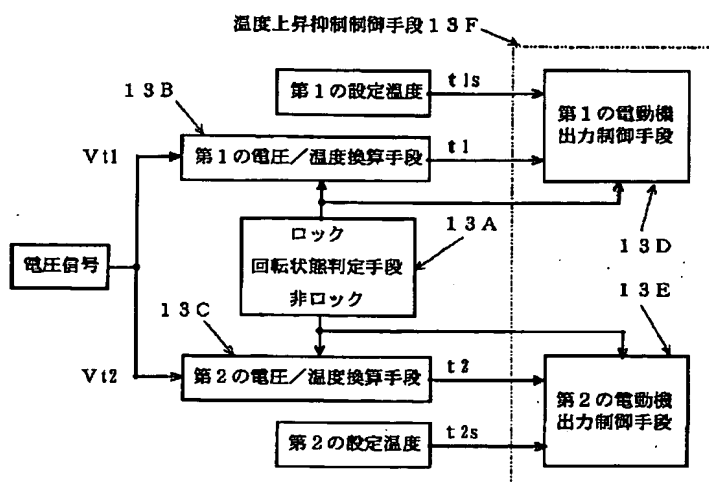
[Drawing 5]



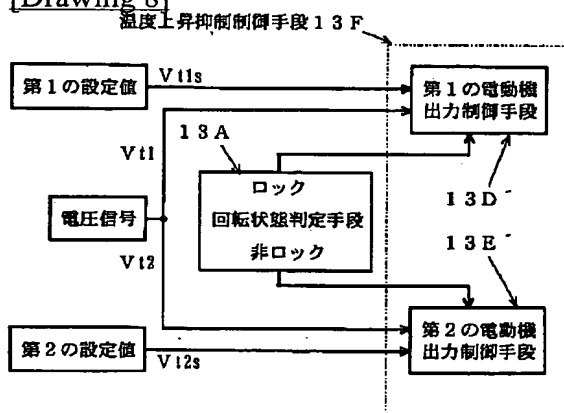
[Drawing 6]



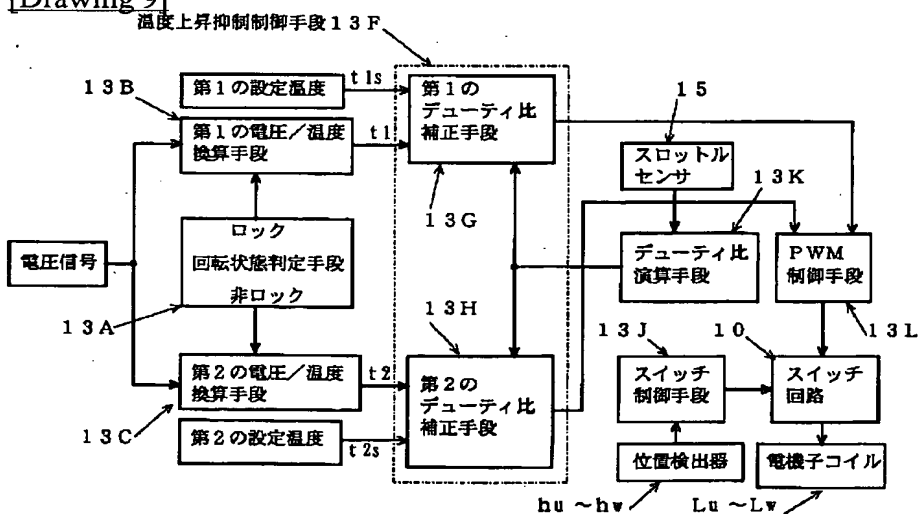
[Drawing 7]



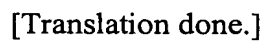
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-315383

(P2002-315383A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 P 6/12		B 6 0 L 9/18	J 5 H 1 1 5
B 6 0 L 9/18		H 0 2 P 6/02	3 7 1 P 5 H 5 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-15725 (P2002-15725)

(22) 出願日 平成14年1月24日 (2002. 1. 24)

(31) 優先権主張番号 特願2001-29250 (P2001-29250)

(32) 優先日 平成13年2月6日 (2001. 2. 6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001340

国産電機株式会社

静岡県沼津市大岡3744番地

(72) 発明者 島崎 充由

静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式  
会社内

(72) 発明者 稲葉 豊

静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式  
会社内

(74) 代理人 100073450

弁理士 松本 英俊

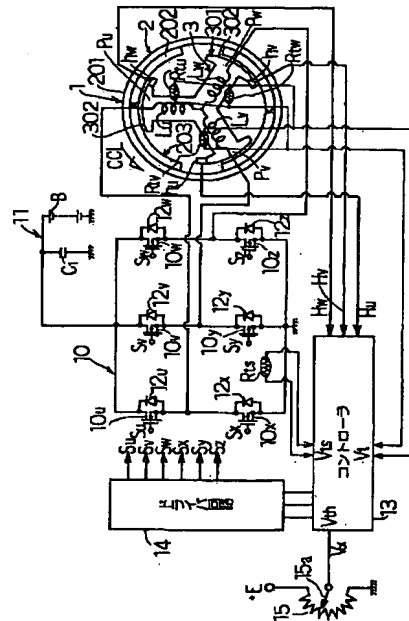
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機用制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電機子コイルやスイッチ回路の温度上昇を抑制することができる電動機用制御装置を提供する。

【解決手段】 電動機1の3相の電機子コイル $L_u \sim L_w$ にそれぞれ熱的に結合した感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ を並列に接続し、これらの感温抵抗素子の並列回路の両端に得た電圧信号 $V_t$ をコントローラ13のCPUに入力する。電圧信号 $V_t$ を換算して得た温度が設定温度を超えたときに電動機の出力を制限する温度上昇抑制制御を行う。電動機のロック時と定常運転時とで異なる電圧/温度換算テーブルを用いることにより、定常運転時に3相の電機子コイルの温度が同じように異常上昇した場合、及び電動機のロック時に特定の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇した場合のいずれの場合にも保護動作を行わせる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 界磁を有するロータと $n$ 相( $n$ は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動機の駆動電流をCPUを備えたコントローラにより制御する電動機用制御装置において、  
前記ステータの $n$ 相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続された $n$ 個の感温抵抗素子が設けられて、該 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧が印加され、  
前記 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号が前記コントローラのCPUの1つのアナログ入力ポートに入力され、  
前記コントローラは、前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第1の電圧／温度換算手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にないと判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第2の電圧／温度換算手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合前記電動機の出力を低くするように制御し、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態及びロック状態にないと判定されている状態では前記第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合前記電動機の出力を低くするように制御する温度上昇抑制制御手段とを備えていること、  
を特徴とする電動機用制御装置。

【請求項2】 界磁を有するロータと $n$ 相( $n$ は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動機の駆動電流をCPUを備えたコントローラにより制御する電動機用制御装置において、  
前記ステータの $n$ 相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続された $n$ 個の感温抵抗素子が設けられて、該 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧が印加され、  
前記 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号が前記コントローラのCPUの1つのアナログ入力ポートに入力され、  
前記コントローラは、前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記電圧信号の値を第1の設定値と比較して前記電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定さ

れたときに前記電圧信号の値と第1の設定値との差が大きい場合前記電動機の出力を低くするように制御し、  
前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では前記電圧信号の値を前記第1の設定値と異なる第2の設定値と比較して前記電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに前記電圧信号の値と第2の設定値との差が大きい場合前記電動機の出力を低くするように制御する温度上昇抑制制御手段とを備えていること、  
を特徴とする電動機用制御装置。

【請求項3】 磁石界磁を有するロータと $n$ 相( $n$ は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動車両駆動用ブラシレス直流電動機の前記ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から前記電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために前記直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、電動機の回転速度を調節する際に操作される速度調節部材と、前記速度調節部材の変位量をスロットル開度として検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、前記ロータを回転させるべく前記位置検出器の出力に応じて前記駆動電流を流す相を切り換えるように前記スイッチ回路を制御する手段を有するコントローラとを備え、前記コントローラはCPUを備えていて、前記スロットル信号に対して前記駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、前記駆動電流を前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするように前記スイッチ回路を制御するPWM制御手段とを有している電動機用制御装置において、  
前記ステータの $n$ 相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続された $n$ 個の感温抵抗素子が設けられて、該 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧が印加され、  
前記 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号が前記CPUの1つのアナログ入力ポートに入力され、  
前記コントローラは、前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第1の電圧／温度換算手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にないと判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第2の電圧／温度換算手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたとき

きに換算された温度が高い場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正し、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態及びロック状態にない判定されている状態では前記第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する温度上昇抑制制御手段とを備えていること、

を特徴とする電動機用制御装置。  
 【請求項4】 磁石界磁を有するロータと $n$ 相( $n$ は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動車両駆動用ブラシレス直流電動機の前記ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から前記電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために前記直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、電動機の回転速度を調節する際に操作される速度調節部材と、前記速度調節部材の変位量をスロットル開度として検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、前記ロータを回転させるべく前記位置検出器の出力に応じて前記駆動電流を流す相を切り換えるように前記スイッチ回路を制御する手段を有するコントローラとを備え、前記コントローラはCPUを備えていて、前記スロットル信号に対して前記駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、前記駆動電流を前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするように前記スイッチ回路を制御するPWM制御手段とを有している電動機用制御装置において、

前記ステータの $n$ 相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続された $n$ 個の感温抵抗素子が設けられて、該 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加され、

前記 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号が前記CPUの1つのアナログ入力ポートに入力され、

前記コントローラは、前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記電圧信号の値を第1の設定値と比較して前記電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに前記電圧信号の値と第1の設定値との差が大きい場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正し、前

記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にない判定されている状態では前記電圧信号の値を前記第1の設定値と異なる第2の設定値と比較して前記電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに前記電圧信号の値と第2の設定値との差が大きい場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する温度上昇抑制制御手段とを備えていること、

を特徴とする電動機用制御装置。

【請求項5】 磁石界磁を有するロータと $n$ 相( $n$ は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動車両駆動用ブラシレス直流電動機の前記ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から前記電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために前記直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、電動機の回転速度を調節する際に操作される速度調節部材と、前記速度調節部材の変位量をスロットル開度として検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、前記ロータを回転させるべく前記位置検出器の出力に応じて前記駆動電流を流す相を切り換えるように前記スイッチ回路を制御する手段を有するコントローラとを備え、前記コントローラは、前記スロットル信号に対して前記駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、前記駆動電流を前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするように前記スイッチ回路を制御するPWM制御手段と、前記スロットル信号に対して制御進み角を演算する制御進み角演算手段と、前記駆動電流を流す相を切り換える切換角度を前記制御進み角演算手段により演算された制御進み角だけ前記位置検出器の出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせるように制御する制御進み角制御手段とを有している電動機用制御装置において、

前記ステータの $n$ 相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続された $n$ 個の感温抵抗素子が設けられて、該 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧が印加され、

前記 $n$ 個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号が前記CPUの1つのアナログ入力ポートに入力され、

前記コントローラは、前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第1の電圧／温度換算手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にな

いと判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第2の電圧／温度換算手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたときに前記駆動電流を流す相を切り換える切換え角度を前記制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度よりも遅角させるように前記制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正し、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では前記第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに前記駆動電流を流す相の切換え角度を前記制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度よりも遅角させるように前記制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正して前記電動機の出力を制限する温度上昇抑制制御手段とを備えていること、

を特徴とする電動機用制御装置。

【請求項6】 前記温度上昇抑制制御手段は、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正し、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では前記第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正して前記電動機の出力を制限する制御を更に行うように構成されていること、

を特徴とする請求項5に記載の電動機用制御装置。

【請求項7】 磁石界磁を有するロータとn相（nは2以上の整数）の電機子コイルを有するステータとを備えた電動車両駆動用ブラシレス直流電動機の前記ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から前記電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために前記直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、電動機の回転速度を調節する際に操作される速度調節部材と、前記速度調節部材の変位量をスロットル開度として検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、前記ロータを回転させるべく前記位置検出器の出力に応じて前記駆動電流を流す相を切り換えるように前記スイッチ回路を制御する手段を有するコントローラとを備え、前記コントローラは、前記スロット

ル信号に対して前記駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、前記駆動電流を前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするように前記スイッチ回路を制御するPWM制御手段と、前記スロットル信号に対して制御進み角を演算する制御進み角演算手段と、前記駆動電流を流す相を切り換える切換角度を前記制御進み角演算手段により演算された制御進み角だけ前記位置検出器の出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせるように制御する制御進み角制御手段とを有している電動機用制御装置において、

前記ステータのn相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続されたn個の感温抵抗素子が設けられて、該n個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧が印加され、

前記n個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号が前記CPUの1つのアナログ入力ポートに入力され、

前記コントローラは、前記電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記電圧信号の値を第1の設定値と比較して前記電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに前記駆動電流を流す相を切り換える切換え角度を前記制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度よりも遅角させるように前記制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正し、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では前記電圧信号の値を前記第1の設定値と異なる第2の設定値と比較して前記電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに前記駆動電流を流す相の切換え角度を前記制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度よりも遅角させるように前記制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正して前記電動機の出力を制限する温度上昇抑制制御手段とを備えていること、

を特徴とする電動機用制御装置。

【請求項8】 前記温度上昇抑制制御手段は、前記回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では前記電圧信号の値を第1の設定値と比較して前記電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに前記電圧信号の値と第1の設定値との差が大きい場合前記駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正し、前記回転状態判定手段に

より前記電動機が極低回転状態またはロック状態にない  
と判定されている状態では前記電圧信号の値を前記第1  
の設定値と異なる第2の設定値と比較して前記電圧信号  
の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの  
温度が許容値を超えていると判定されたときに前記電圧  
信号の値と第2の設定値との差が大きい場合前記駆動  
電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合  
を小さくするように前記デューティ比演算手段により演  
算されたデューティ比を補正する制御を更に行うように  
構成されていることを特徴とする請求項7に記載の電動  
機用制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CPUを備えたコ  
ントローラにより電動機の駆動電流を制御する電動機用  
制御装置に関し、特に電動スクータや、電気自動車等の  
電動車両の駆動源として用いる電動車両用ブラシレス直  
流電動機を制御するのに好適な電動機用制御装置に関す  
るものである。

【0002】

【従来の技術】一般に電動機は、界磁を有するロータと  
n相（nは2以上の整数）の電機子コイルを有するステ  
ータとを備えていて、電機子コイルに流す駆動電流をコ  
ントローラにより制御することにより、回転速度を制御  
するようにしている。近年コントローラとしては、CPU  
を用いたものが多く用いられている。

【0003】また電動車両を駆動する電動機としては、  
ブラシレス直流電動機が多く用いられている。周知のよ  
うに、ブラシレス直流電動機は、磁石界磁を有するロー  
タと、2相以上の多相の電機子コイルを有するステータ  
とを備えていて、ロータのステータに対する回転角度位  
置に応じて電機子コイルの励磁相を切り換えていくこと  
によりロータを回転させる。

【0004】この種の電動機の駆動電流を制御する制御  
装置は、ロータのステータに対する回転角度位置を検出  
する位置検出器と、直流電源から電機子コイルに駆動電  
流を流す相を切り換えるために直流電源と電機子コイル  
との間に設けられたスイッチ回路と、電動機の回転速度  
を調節する際に操作される速度調節部材と、速度調節部  
材の変位量をスロットル開度として検出して該スロット  
ル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するス  
ロットルセンサと、ロータを回転させるべく位置検出器  
の出力に応じて駆動電流を流す相を切り換えるようにス  
イッチ回路を制御するコントローラとにより構成され  
る。

【0005】コントローラは、CPUを備えていて、該  
CPUに所定のプログラムを実行させることにより、ス  
ロットル信号の値に対して駆動電流のデューティ比を演  
算するデューティ比演算手段と、駆動電流をデューティ  
比演算手段により演算されたデューティ比を有するPW

M波形の電流とするようにスイッチ回路を制御するPW  
M制御手段と、駆動電流を流す相の切換角度をスロット  
ル信号に対して演算された制御進み角だけ位置検出器の  
出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせる  
ように制御する制御進み角制御手段とを構成する。

【0006】ここで駆動電流のデューティ比は、駆動電  
流のオンオフの周期に対するオン時間の割合を示すもの  
で、駆動電流が流れる時間を $t_{on}$ 、駆動電流が零になる  
時間を $t_{off}$ 、オンオフの周期を $T (= t_{on} + t_{off})$   
とした場合、デューティ比DFは、 $DF = (t_{on}/T)$   
 $\times 100 [\%]$ で定義される。

【0007】電動車両においては、アクセルグリップや  
アクセルペダル等の速度調節部材を変位させることによ  
り電動機の回転速度を調節するが、車両の運転感覚を良  
好にし、スムーズな運転を行わせるためには、速度調節  
部材の変位量（スロットル開度） $\alpha$ に対してのみ駆動電  
流のデューティ比DFを制御するのではなく、速度調節  
部材に対するデューティ比DFの変化率を電動機の回転  
速度 $N [rpm]$ に応じて変化させるように、デューテ  
ィ比DFをスロットル開度 $\alpha$ と回転速度 $N$ との双方に対  
して制御している。

【0008】上記のようにデューティ比DFをスロット  
ル開度 $\alpha$ と回転速度 $N$ とに対して制御する場合には、ス  
ロットル開度 $\alpha$ と回転速度 $N$ と駆動電流のデューティ比  
DFとの間の関係を与える3次元マップをROMに記憶  
させておいて、このマップを用いて、CPUにより回転  
速度 $N$ 及びスロットル開度 $\alpha$ に対してデューティ比DF  
を演算し、演算されたデューティ比DFで駆動電流を断  
続させるように、スイッチ回路のスイッチ素子をオンオ  
フ制御する手法がとられる。

【0009】またブラシレス直流電動機においては、駆  
動電流を流す電機子コイルの相を切り換える切換角度  
（電気角）を、電動機の機械的な構成により決まる理論  
的な切換角度に対して所定の角度だけシフトさせてい  
る。駆動電流を流す相の切換角度と理論的な切換角度と  
の位相差を制御進み角 $\gamma$ と呼んでおり、この制御進み角  
 $\gamma$ は一般には進み側に設定される。

【0010】ブラシレス直流電動機においては、上記制  
御進み角 $\gamma$ により発生トルク及び最高回転速度が変化  
し、トルクを大きくするように制御進み角 $\gamma$ を設定する  
と最高回転速度が低くなり、制御進み角 $\gamma$ を進角させて  
いくと最高回転速度が高くなるが発生トルクは小さくな  
っていく。

【0011】通常、電動車両の駆動源としてブラシレス  
直流電動機を用いる場合には、低速時に十分に大きなト  
ルクを得ることができる制御進み角 $\gamma_0$ を正規の制御進み  
角 $\gamma_0$ として設定しておいて、回転速度が設定値を超え  
る領域で回転速度の上昇に応じて制御進み角 $\gamma$ を正規の  
制御進み角 $\gamma_0$ に対して進角させ、回転速度が設定され  
た進角終了回転速度を超える領域では制御進み角の進角

量を最大値に保持するようにしている。

【0012】上記のような、制御進み角制御を行う場合には、速度調節部材の変位量（スロットル開度） $\alpha$ と回転速度 $N$ と制御進み角 $\gamma$ との間の関係を与える3次元マップをROMに記憶させておいて、このマップを用いてスロットル開度の検出値と回転速度の検出値とに対して制御進み角 $\gamma$ を演算し、電動機の制御進み角を演算された制御進み角に等しくするように制御する。

【0013】上記のように、回転速度が設定値を超える領域で制御進み角 $\gamma$ を正規の制御進み角 $\gamma_0$ よりも進角させる制御を行う場合、上り坂等で速度調節部材の増速側への変位量を最大にした状態（フルスロットルの状態）で運転しているときに、制御進み角 $\gamma$ の進角量が最大値に保たれた状態になり、電動機の駆動電流は定格値を超えた状態になる。このような状態が長時間続くと、電機子コイルの温度が上昇して許容値を超え、これらが破損するおそれがある。

【0014】そのため、電機子コイルの温度を検出する温度センサを設けて、該温度センサにより異常な温度上昇が検出されたときに、駆動電流のデューティ比の上限値を減少させて駆動電流を制限することにより、電動機の出力を制限して温度上昇を抑制する温度上昇抑制制御を行わせている。

【0015】ところが、温度上昇時に駆動電流を制限しても、制御進み角が進角したままであると、無効電流が多く流れるため回転速度が大幅に低下し、走行速度が制限されるという問題が生じる。実用上、温度上昇抑制制御を行なう際の回転速度の落ち込みはできるだけ小さくすることが望ましい。

【0016】そこで、特開平8-265919号に示されているように、電機子コイルの温度を検出して、温度の異常上昇が検出されたときに制御進み角を遅角させる制御と駆動電流のデューティ比を減少させる制御とを併せて行うことが提案されている。

【0017】異常な温度上昇が生じたときに制御進み角を遅角させると、駆動電流が減少するため、電機子コイルの温度上昇を抑制することができる。また制御進み角を遅角させることにより駆動電流を減少させる方法をとると、制御進み角を遅角させることなく、駆動電流のデューティ比のみを減少させる方法をとった場合に比べて、回転速度の落ち込みを少なくすることができるため、温度上昇抑制制御時に運転のフィーリングが悪くなるのを防ぐことができる。

【0018】また制御進み角の遅角量が余り大きくなると、無効電流が過大になって好ましくないが、制御進み角を遅角させる制御と、駆動電流のデューティ比を減少させる制御とを併せて行うようにすると、制御進み角の遅角量をそれほど大きくする必要がないため、無効電流が過大になるのを防ぐことができる。

【0019】上記の説明では、駆動電流のデューティ比

と制御進み角とを制御するとしたが、制御進み角の制御を行わない場合も、フルスロットル状態で負荷が過大になると、電機子コイルの温度が異常上昇することがあるため、電機子コイルの温度を検出してその温度上昇を抑制するように電動機の出力を制限する制御を行うことが必要になる。

【0020】また電動車両用のブラシレス直流電動機に限らず、一般に負荷を駆動するブラシレス直流電動機や、ステッピングモータや、パルスモータ等においても、過負荷時に電機子コイルの温度の異常上昇が予想される場合には、電機子コイルの温度を検出して、検出された温度が設定値を超えたときに電動機の出力を抑制する温度上昇抑制制御を行うことが必要になる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】電機子コイルの温度上昇を抑制する制御を行うようにした従来の電動機用制御装置では、多相の電機子コイルのうちのいずれか1相の電機子コイルに温度センサとしての感温抵抗素子を熱的に結合して、該感温抵抗素子の抵抗値から電機子コイルの温度を検出するようにしていた。

【0022】しかしながら、このように、多相の電機子コイルを有する電動機において、いずれか1相の電機子コイルの温度のみを検出した場合には、温度が検出されていない他の相の電機子コイルで温度の異常上昇があった場合に、その温度の異常上昇を検出することができないことがあるため、電機子コイルの保護を適確に図ることができない。

【0023】例えば、ブラシレス直流電動機において、電動機が過負荷によりロックした場合には、駆動電流の転流が行われなくなるため、特定の相の電機子コイルに他の相の電機子コイルよりも大きな電流が流れる状態が継続してその温度が上昇し、コイルが焼損する。1つの相の電機子コイルのみに感温抵抗素子を結合した場合には、電動機のロック時にロータの停止位置によっては、電機子コイルの温度の異常上昇を検出することができないことがあるため、電機子コイルの保護を適確に図ることができない。

【0024】また電動機がロックしないまでも、その回転速度が非常に低くなって、駆動電流の転流に要する時間が長くなったときには、特定の相の電機子コイルに大きな駆動電流が流れる時間が長くなるため、ロック状態と同じような状態になって特定の相の電機子コイルが過熱し、焼損する恐れがある。このような場合にも、1つの相の電機子コイルの温度のみを検出するようにした場合には、電機子コイルの温度の異常上昇を検出できないことがあるため、電動機の保護を適確に図ることができない。

【0025】多相の電機子コイルのすべての相の温度を検出するために、各相の電機子コイル毎に感温抵抗素子を設けて、各相の電機子コイルに対して設けた感温抵抗

10

20

30

40

50

素子から得られる温度検出信号を個別にコントローラのCPUに入力することが考えられる。しかしながら、このように構成した場合には、コントローラを構成するCPUに設けられているアナログ入力ポートのうち、電機子コイルの相数と同じ数のポートを電機子コイルの温度を読み込むための入力ポートとして用いる必要があるため、CPUとしてアナログ入力ポートの数が多いものを用いることが必要になり、コストが高くなるという問題が生じる。

【0026】本発明の目的は、特定の相の電機子コイルの温度のみが上昇する状態が生じた場合でも電機子コイルの保護を適確に図ることができるようにした電動機用制御装置を提供することにある。

【0027】本発明の他の目的は、電機子コイルのすべての相の温度情報をコントローラのCPUの1つのアナログ入力ポートを用いるだけで読み込むことができるようにして、コストの上昇を伴うことなく、電機子コイルの保護を適確に図ることができるようにした電動機用制御装置を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】本発明は、界磁を有するロータとn相(nは2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動機の駆動電流をCPUを備えたコントローラにより制御する電動機用制御装置に係わるものである。

【0029】本発明においては、ステータのn相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合されて互いに並列に接続されたn個の感温抵抗素子を設けて、該n個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加し、該n個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号をコントローラのCPUの1つのアナログ入力ポートに入力する。

【0030】またコントローラは、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるかを判定する回転状態判定手段と、この回転状態判定手段により電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに電圧信号を温度に換算する第1の電圧／温度換算手段と、回転状態判定手段により電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にないと判定されているときに電圧信号を温度に換算する第2の電圧／温度換算手段と、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合程電動機の出力を低くするように制御し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態及びロック状態にないと判定されている状態では第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合程電動機の出力を低くするように制御する温度上昇抑制制御手段とを備えた構成と

する。

【0031】上記のように、n相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合したn個の感温抵抗素子を並列に接続して、該n個の感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加すると、n個の感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号は、すべての相の電機子コイルの温度の情報を含む信号となる。

【0032】この場合、電動機が極低回転状態またはロック状態にあって一部の電機子コイルの温度のみが異常上昇したときと、電動機が定常回転していて、すべての相の電機子コイルの温度が同じように異常上昇しているときとでは、異常上昇時の温度が同じであっても、電圧信号の値は相違する。

【0033】従って電圧信号を温度に換算するためには、電動機が極低回転状態またはロック状態にあるときと、極低回転状態及びロック状態にないときとで、異なる換算テーブルを用いる必要がある。

【0034】そのため、本発明においては、回転状態判定手段を設けて、この判定手段により、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに電圧信号を温度に換算する第1の電圧／温度換算手段と、回転状態判定手段により電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にないと判定されているときに電圧信号を温度に換算する第2の電圧／温度換算手段とを設けている。上記の構成において、電動機の極低回転時またはロック時に電動機の出力を制限する制御を開始するタイミングを決める第1の設定温度と、電動機の定常回転時に電動機の出力を制限する制御を開始するタイミングを決める第2の設定温度とは同じでもよく、異なってもよいが、電動機が極低回転状態またはロック状態にあるときには、電動機が定常回転しているときに比べて、電機子コイルの温度が短時間のうちに異常上昇して焼損し易いため、安全のためには、上記第1の設定温度を、第2の設定温度よりも低くしておくことが好ましい。

【0035】上記のように構成すると、単一の電圧信号を用いて、特定の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇する状態と、すべての相の電機子コイルの温度が同じように異常上昇する状態との双方を検出して、電機子コイルを過熱から確実に保護することができる。

【0036】また上記のように構成すると、コントローラのCPUの1つのアナログ入力ポートを用いるだけで、すべての相の電機子コイルの温度が反映された温度情報を得ることができるので、アナログ入力ポートの数が多い高価なCPUを用いることなく電機子コイルを過熱から保護するための制御動作を行わせることができる。

【0037】更に上記のように、各相の電機子コイルに熱的に結合した感温抵抗素子を並列に接続して、該感温抵抗素子の並列合成抵抗値から温度検出信号を得よう



にすると、感温抵抗素子の抵抗値のばらつきが制御に与える影響を少なくすることができる。

【0038】上記の構成では、感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号を温度に換算して、換算した温度を設定温度と比較することにより異常な温度上昇が生じているか否かを判定するようにしたが、電圧信号の値を温度に換算することなく、所定の設定値と比較することによっても、異常な温度上昇が生じているか否かを判定することもできる。

【0039】電圧信号の値は、一部の電機子コイルの温度のみが異常上昇しているときと、すべての相の電機子コイルの温度が同じように異常上昇しているときとで異なるため、一部の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇しているか否かを判定するために用いる設定値と、すべての電機子コイルの温度が同じように異常上昇しているか否かを判定するために用いる設定値とは異ならせる必要がある。

【0040】この場合、コントローラは、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、該回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では上記電圧信号の値を第1の設定値と比較して該電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに電圧信号の値と第1の設定値との差が大きい場合程電動機の出力を低くするように制御し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では電圧信号の値を第1の設定値と異なる第2の設定値と比較して電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに電圧信号の値と第2の設定値との差が大きい場合程電動機の出力を低くするように制御する温度上昇抑制制御手段とを備えた構成とする。

【0041】なお上記のように、電圧信号の値と第1の設定値とを比較して一部の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じているか否かを判定する場合、温度の異常上昇が生じているときの電圧信号の値と第1の設定値との間の関係は、感温抵抗素子の温度係数が正であるか負であるかにより相違する。即ち、感温抵抗素子の温度係数が正であるときには、電圧信号の値が第1の設定値よりも大きくなったことが検出されたときに一部の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じていると判定することができる。また感温抵抗素子の温度係数が負であるときには、電圧信号の値が第1の設定値よりも小さくなったことが検出されたときに一部の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じていると判定することができる。

【0042】上記電圧信号の値を第2の設定値と比較して、すべての相の電機子コイルで温度の異常上昇が生じ

ているか否かを判定する場合の電圧信号の値と第2の設定値との間の大小関係も同様に、感温抵抗素子の温度係数が正であるか負であるかにより相違する。

【0043】また感温抵抗素子の温度係数が正である場合には、上記第2の設定値を第1の設定値よりも大きい値に設定する必要がある。感温抵抗素子の温度係数が負である場合には、上記第2の設定値を第1の設定値よりも小さい値に設定する必要がある。

【0044】通常電動車両用のブラシレス直流電動機を制御する制御装置は、ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、電動機の回転速度を調節する際に操作される速度調節部材と、速度調節部材の変位量をスロットル開度として検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、ロータを回転させるべく位置検出器の出力に応じて駆動電流を流す相を切り換えるようにスイッチ回路を制御する手段を有するコントローラとを備えていて、コントローラのCPUに所定のプログラムを実行させることにより、スロットル信号に対して駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、駆動電流をデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするようにスイッチ回路を制御するPWM制御手段とを構成する。

【0045】このような構成を有する駆動装置に本発明を適用する場合、コントローラは、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段と、回転状態判定手段により電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに前記電圧信号を温度に換算する第1の電圧／温度換算手段と、回転状態判定手段により電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にないと判定されているときに電圧信号を温度に換算する第2の電圧／温度換算手段と、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合程駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態及びロック状態にないと判定されている状態では第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに換算された温度が高い場合程駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する温度上昇抑制制御手段とを備えた構成とすることができる。

【0046】またこの場合も、電圧／温度換算手段を設けることなく、電圧信号の値を設定値と比較することにより電機子コイルの温度の異常上昇を検出して、温度の異常上昇が検出されたときに電動機の出力を制限するように温度上昇抑制制御手段を構成することができる。

【0047】この場合、温度上昇抑制制御手段は、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では電圧信号の値を第1の設定値と比較して電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに電圧信号の値と第1の設定値との差が大きい場合駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にない状態では電圧信号の値を前記第1の設定値と異なる第2の設定値と比較して電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに電圧信号の値と第2の設定値との差が大きい場合駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするように、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する。

【0048】上記の構成では、電機子コイルの温度が設定値以上になったときに駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくすることにより電動機の出力を制限するようにしたが、スロットル信号に対して制御進み角を演算する制御進み角演算手段と、駆動電流を流す相を切り換える切換角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角だけ位置検出器の出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせるように制御する制御進み角制御手段とがコントローラに設けられる場合には、電機子コイルの温度が設定値以上になったことが検出されたときに制御進み角を遅角側に補正することにより、温度上昇抑制制御を行わせるようにしてもよい。

【0049】この場合、温度上昇抑制制御手段は、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では第1の電圧／温度換算手段により換算された温度が第1の設定温度を超えたときに駆動電流を流す相を切り換える切換角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換角度よりも遅角させるように制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にない状態では第2の電圧／温度換算手段により換算された温度が第2の設定温度を超えたときに駆動電流を流す相の切換角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換角度よりも遅角させる

ように制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正して電動機の出力を制限する制御を行うように構成される。

【0050】またこの場合、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では、電圧信号の値を第1の設定値と比較して電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに駆動電流を流す相を切り換える切換角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換角度よりも遅角させるように制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にない状態では電圧信号の値を第1の設定値と異なる第2の設定値と比較して電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに駆動電流を流す相の切換角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換角度よりも遅角させるように制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正して電動機の出力を制限する制御を行うように、温度上昇抑制制御手段を構成することもできる。

【0051】上記のように、電機子コイルの温度上昇時に制御進み角を制御する場合、温度上昇抑制制御手段は、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態で温度の異常上昇が検出されたとき、及び回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にない状態では温度の異常上昇が検出されたときに、駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する制御を併せて行うように構成するのが好ましい。

【0052】

【発明の実施の形態】以下、図1ないし図3を参照して、電動車両用の3相ブラシレス直流電動機を制御する制御装置に本発明を適用した場合の一実施形態を説明する。

【0053】図1において、1はロータ2とステータ3とからなるアウトロータ型のブラシレス直流電動機である。ロータ2は、強磁性材料によりほぼカップ状に形成されたフライホイール201と、フライホイール201の周壁部の内周に取り付けられた永久磁石202とからなっていて、永久磁石202が径方向に着磁されて、2極の磁石界磁203が構成されている。

【0054】なお磁石界磁は、2極に限られるものではなく、一般には2m極(mは1以上の整数)に構成することができる。

【0055】図示の例では、ロータ2の正規の回転方向を図示の矢印CCL方向(図1において反時計方向)と

している。

【0056】ステータ3は、環状の継鉄部から3個の歯部 $P_u \sim P_w$ を放射状に突出させたステータ鉄心301と、該ステータ鉄心の歯部 $P_u \sim P_w$ にそれぞれ巻回された3相の電機子コイル $L_u \sim L_w$ とからなっており、電機子コイル $L_u \sim L_w$ は3相星形結線されている。ステータ鉄心301の歯部 $P_u \sim P_w$ のそれぞれの先端の外周部がステータ磁極302となっていて、これらのステータ磁極が磁石界磁203に所定のギャップを介して対向させられている。

【0057】なお図示の例ではステータ鉄心を3極に構成しているが、ステータに設ける電機子コイルの相数を3とする場合、一般にはステータ鉄心に $3n$  ( $n$ は1以上の整数)個の歯部を設けて、該 $3n$ 個の歯部に3相の電機子コイルを巻回する構成をとることができる。

【0058】フライホイール201は、その底壁部の中央にボス(図示せず。)を備えていて、該ボスが電動車両の駆動輪に直接または減速機を介して結合される。

【0059】ロータ2のステータ3に対する回転角度位置を検出するため、ステータ鉄心301に3相の位置検出器 $h_u \sim h_w$ が取り付けられている。

【0060】各位置検出器は、各相の電機子コイルに流す駆動電流の通電角(電気角)に応じて適宜の位置に配置される。例えば、ロータ2の回転に伴って電機子コイル $L_u \sim L_w$ にそれぞれ誘起する無負荷誘起電圧がピークに達する位置(磁石界磁203から各相の電機子コイルが巻回された歯部を通してながれる磁束が零点を通過する位置)の前後90度(電気角)の区間各相の電機子コイルに駆動電流を流す「180度スイッチング制御」を行って電動機を回転させる場合には、3相の電機子コイル $L_u \sim L_w$ がそれぞれ巻回されている歯部 $P_u \sim P_w$ の先端の磁極部の中心位置がロータ2の磁石界磁の各磁極の中心位置に一致するときのロータの回転角度位置を検出するように、各相の位置検出器が取り付けられる。

【0061】図示のように、3つの歯部 $P_u \sim P_w$ にそれぞれ電機子コイル $L_u \sim L_w$ が巻回されていて、位置検出器 $h_u \sim h_w$ としてホールICが用いられる場合には、歯部 $P_u$ 、 $P_v$ 及び $P_w$ のそれぞれの磁極の中心に対して電気角で90度位相が進んだ位置に位置検出器 $h_u$ 、 $h_v$ 及び $h_w$ を配置して、これらの位置検出器の出力により決まる駆動相(駆動電流を流す電機子コイルの相)の切換角度を基準の切換角度とし、この基準の切換角度に対して実際の切換角度を進角または遅角させるように制御進み角を演算する。

【0062】10は電機子コイル $L_u \sim L_w$ と直流電源11との間に設けられて電機子コイルの励磁相を切り換えるスイッチ回路である。このスイッチ回路は、一端が共通接続された上段のスイッチ素子 $10_u$ ないし $10_w$ と、これらの上段のスイッチ素子の他端にそれぞれ一端

が接続され、他端が共通接続された下段のスイッチ素子 $10_x \sim 10_z$ とからなるスイッチ素子のブリッジ回路からなっていて、上段のスイッチ素子 $10_u \sim 10_w$ の一端の共通接続点及び下段のスイッチ素子 $10_x \sim 10_w$ の他端の共通接続点がそれぞれ直流電源11の正極端子及び負極端子に接続されている。

【0063】スイッチ回路を構成するスイッチ素子としては、MOSFET、電力用トランジスタ、IGBT等のオンオフ制御が可能な任意のスイッチ素子を用いることができるが、図示の例では、各スイッチ素子がMOSFETからなっている。

【0064】電動車両の制動時に回生電流を流すため、上段のスイッチ素子 $10_u \sim 10_w$ 及び下段のスイッチ素子 $10_x \sim 10_z$ にそれぞれ帰還用ダイオード $12_u \sim 12_w$ 及び $12_x \sim 12_z$ が並列接続されている。図示のように各スイッチ素子としてMOSFETを用いる場合には、これらの帰還用ダイオードとしてFETのドレインソース間に形成されている寄生ダイオードを用いることができる。

【0065】図示の直流電源11は、バッテリーBと、該バッテリーの両端に接続されたコンデンサC1とからなっている。

【0066】スイッチ回路10を制御するため、マイクロコンピュータと入出力インターフェースとを備えたコントローラ13と、コントローラ13から与えられる信号に応じてスイッチ回路のスイッチ素子 $10_u \sim 10_w$ 及び $10_x \sim 10_z$ にそれぞれ駆動信号(スイッチ素子をオン状態にするための信号) $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ を与えるドライバ回路14とが設けられ、位置検出器 $h_u \sim h_w$ からそれぞれ得られる位置検出信号 $H_u \sim H_w$ がコントローラ13に入力されている。

【0067】15は電動車両の速度を調節するアクセルグリップやアグセルペダル等の速度調節部材の変位量をスロットル開度 $\alpha$ として検出するスロットルセンサである。図示のスロットルセンサ15は、速度調節部材に可動接触子15aが連結されたポテンショメータからなっている。スロットルセンサ15を構成するポテンショメータの両端には、図示しない定電圧直流電源回路から得られる直流定電圧Eが印加されていて、該ポテンショメータの可動接触子15aと接地間にスロットル開度 $\alpha$ に比例したスロットル信号 $V_\alpha$ が得られるようになっている。スロットルセンサ15から得られるスロットル信号はコントローラ13に入力されている。スロットル信号はコントローラ13内に設けられたA/D変換器によりデジタル値 $V_{th}$ に変換されてマイクロコンピュータのCPUに読み込まれる。

【0068】本発明においてはまた、3相の電機子コイル $L_u \sim L_w$ のそれぞれの温度を検出するために、3相の電機子コイルのそれぞれに対して負の温度係数または正の温度係数を有する感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ が設けら

10

20

30

40

50

れて、これらの感温抵抗素子がそれぞれの相の電機子コイルに熱的に結合されている。

【0069】なお感温抵抗素子を電機子コイルに熱的に結合するとは、電機子コイルの温度が直接または間接的に（例えば鉄心やコイルの絶縁層を通して）感温抵抗素子に伝達されるように、感温抵抗素子と電機子コイルとを直接または間接的に結合することを意味する。各相の電機子コイルの温度を検出する感温抵抗素子は、各相の電機子コイルの上に接着剤等により固定してもよく、電機子コイルに近接させた状態で電機子鉄心の上に接着等により固定するようにしてもよい。

【0070】各相の電機子コイルが複数個ずつ設けられている場合には、複数個ある各相の電機子コイルのいずれか一つに各相の感温抵抗素子を熱的に結合する。

【0071】図5に示したように、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ は互いに並列に接続され、これらの感温抵抗素子により電機子コイル用の温度検出器20が構成されている。

【0072】コントローラ13内には、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加する電圧印加回路21が設けられていて、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端の電圧（感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列合成値に比例した電圧）が温度検出信号としてコントローラ13を構成するマイクロコンピュータのCPU13Aの1つのアナログ入力ポートP1に入力されている。

【0073】図5に示した例では、図示しない直流定電圧電源回路の正極性側の出力端子に一端が接続された抵抗 $R_1$ と、該抵抗 $R_1$ の他端と接地間に接続されたコンデンサ $C_1$ とからなっていて、コンデンサ $C_1$ の両端の電圧が感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に印加され、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列合成抵抗値に比例した電圧信号 $V_t$ が得られるようになっている。この温度検出信号 $V_t$ は、抵抗 $R_2$ とコンデンサ $C_2$ とからなる積分回路を通してCPU13Aの1つのアナログ入力ポートP1に入力されている。

【0074】またこの例では、スイッチ回路10の温度（スイッチ素子の温度）を検出するため、スイッチ回路10の構成素子を取り付けられているヒートシンクに感温抵抗素子 $R_{ts}$ （図1参照）が熱的に結合され、この感温抵抗素子 $R_{ts}$ によりスイッチ回路用の温度検出器が構成されている。コントローラ13には、感温抵抗素子 $R_{ts}$ の両端に一定の直流電圧を印加する電圧印加回路（図示せず。）が設けられていて、感温抵抗素子 $R_{ts}$ の両端に得られる温度検出信号 $V_{ts}$ が、コントローラ13のCPU13Aに設けられたアナログ入力ポート（図示せず。）に入力されている。

【0075】コントローラ13は、例えば、位置検出器 $h_u \sim h_w$ がそれぞれ発生する矩形波状の位置検出信号

の発生間隔を計測することにより電動機の回転速度 $N$ を演算し、この回転速度 $N$ と、スロットル信号の値（デジタル値） $V_{th}$ から得られるスロットル開度情報とに基づいてブラシレス直流電動機1の電機子コイルに供給する駆動電流のデューティ比 $DF$ と、制御進み角（駆動電流を流す電機子コイルの相を切り換える実際の切換角度と位置検出器の配置により決まる基準の切換角度との位相差） $\gamma$ とを演算する。デューティ比 $DF$ 及び制御進み角 $\gamma$ の演算は、それぞれ回転速度 $N$ とスロットル開度とデューティ比 $DF$ との間の関係を与えるデューティ比演算用3次元マップ及び回転速度 $N$ とスロットル開度と制御進み角 $\gamma$ との間の関係を与える制御進み角演算用3次元マップ（いずれのマップもROMに記憶されている）を用いて補間法により行われる。

【0076】コントローラ13を構成するマイクロコンピュータが実行するプログラムのうち、上記回転速度を演算する過程により電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段が実現される。また上記デューティ比演算用マップを用いてデューティ比を演算する過程により、スロットル信号の値と回転速度とに対して駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段が構成され、上記制御進み角演算用マップを用いてスロットル信号に対して制御進み角を演算する過程により、制御進み角演算手段が構成される。

【0077】コントローラ13はまた、位置検出器 $h_u \sim h_w$ の出力信号に基づいて駆動電流を流す相を決定して、決定した相の電機子コイルに、制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換角度で駆動電流を流す相を切り換えながら、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比で断続するPWM波形の駆動電流を所定の相の電機子コイルに流すべく、スイッチ回路10の所定のスイッチ素子に駆動信号を与えることを指令する指令信号をドライバ回路14に与える。ドライバ回路14は、この指令信号に応じて所定のスイッチ素子に駆動信号を与える。

【0078】図2(A)ないし(I)は、図1に示したブラシレス直流電動機を、180度スイッチング制御を行って駆動する場合の位置検出信号の波形と、スイッチ回路10の各スイッチ素子のオンオフ動作波形とを示した波形図である。図2(A)ないし(C)はそれぞれ位置検出器 $h_u \sim h_w$ が発生する位置検出信号 $H_u \sim H_w$ の一例を示し、図2(D)ないし(F)はそれぞれ、駆動電流を流す電機子コイルの相を切り換える角度を基準の切換角度とした場合の、スイッチ回路10の上段のスイッチ素子 $10u$ ないし $10w$ のオンオフ動作を示している。また図2(G)ないし(I)はそれぞれスイッチ回路10の下段のスイッチ素子 $10x \sim 10z$ のオンオフ動作を示している。

【0079】コントローラ13は、図2(A)ないし(C)に示された位置検出信号に論理演算を施すことに

より、スイッチ回路10の各スイッチ素子をオン状態にする区間とオフ状態にする区間とを決定し、各スイッチ素子をオン状態にする区間そのスイッチ素子に駆動信号を与える。駆動電流をPWM制御するため、図示の例では、下段のスイッチ素子10x~10zに与える駆動信号を、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比で断続する波形として、下段のスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフさせている。

【0080】図2に示した例では、コントローラのCPUが実行するプログラムのうち、スイッチ素子10x~10zに与える駆動信号をデューティ比演算手段により演算されたデューティ比で断続させる過程により、駆動電流をスロットル信号に対して演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とるようにスイッチ回路10を制御するPWM制御手段が構成される。

【0081】ブラシレス直流電動機においては、制御進み角 $\gamma$ によって駆動電流の大きさが変わり、最大発生トルク及び最高回転速度が変化する。一般には、電動機の使用や要求されるトルク特性、或いは必要とされる最高回転速度等に応じて制御進み角の大きさを設定している。電動車両を駆動するブラシレス直流電動機の場合は、電動機の回転速度が設定値以下であるときに制御進み角 $\gamma$ を正規の制御進み角 $\gamma_0$ に固定し、電動機の回転速度が設定された進角開始回転速度を超える範囲で制御進み角 $\gamma$ を回転速度の上昇に伴って正規の制御進み角 $\gamma_0$ よりも進角させ、電動機の回転速度が設定された進角終了回転速度以上になる範囲では制御進み角の進角量を設定された最大値に固定するように、制御進み角 $\gamma$ を制御することが多い。

【0082】制御進み角 $\gamma$ を制御する場合には、駆動電流を流す相を切り換える切換角度をスロットル信号に対して演算された制御進み角だけ位置検出器の出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせるように制御する制御進み角制御手段がコントローラ13に設けられる。

【0083】この制御進み角制御手段は、コントローラ13のCPUが実行するプログラムの一連の過程のうち、制御進み角演算手段により演算された制御進み角と位置検出器の出力により決定される基準の切換角度とから、駆動電流を流す相を切り換えるタイミングを決定する過程により構成される。

【0084】正規の制御進み角 $\gamma_0$ をどのように設定するかは任意であるが、一般には、電動車両の発進時のトルクを大きくするために、最大トルクが得られる制御進み角を正規の制御進み角 $\gamma_0$ とする。

【0085】回転速度Nが設定値を超える領域で制御進み角 $\gamma$ を正規の制御進み角 $\gamma_0$ よりも進角させる制御を行う場合、上り坂等で速度調節部材の増速側への変位量を最大にした状態（フルスロットルの状態）で運転しているときに、制御進み角 $\gamma$ の進角量が最大値に保たれた

状態になり、電動機の駆動電流は定格値を超えた状態になる。このような状態が長時間続くと、電機子コイルの温度が上昇して許容値を超え、焼損するおそれがある。

【0086】特に、電動機の回転速度が非常に低い状態になったり、過負荷により電動機がロック状態になったときには、特定の相の電機子コイルに他の相の電機子コイルよりも大きな駆動電流が流れる状態が相当に長い時間継続することになるため、特定の相の電機子コイルの温度が他の相の電機子コイルの温度に比べて上昇する。

【0087】例えば、図1に示したブラシレス直流電動機において図2に示すような180°スイッチング制御を行った場合には、電源から各相のコイルに流れ込んだ電流が他の2相のコイルに分流して電源に戻るため、電動機がロック状態になると、1つの相の電機子コイルに他の2相の電機子コイルをそれぞれ流れる駆動電流の2倍の電流が流れる状態が継続するため、大きな電流が流れている1つの相の電機子コイルの温度が急激に上昇する。また電動機がロックするまでに至らない場合でも、その回転速度が非常に低くなったときには、1つの相の電機子コイルに他の2相の電機子コイルを流れる駆動電流の2倍の電流が流れる状態が長い時間継続するため、特定の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇する状態が生じる。電機子コイルの温度が異常上昇したときには、その焼損を防止するために、電動機の出力を直ちに低下させる必要がある。

【0088】上記のように、特定の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇するおそれがある場合に電動機の保護を適確に図るためには、1相の電機子コイルの温度のみを検出するのではなく、すべての相の電機子コイルの温度を検出することが必要である。

【0089】そこで、本発明においては、図1に示したように3相の電機子コイルL<sub>u</sub>~L<sub>w</sub>にそれぞれ感温抵抗素子R<sub>tu</sub>~R<sub>tw</sub>を熱的に結合して、これらの感温抵抗素子を互いに並列に接続し、これらの感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加する。そして、感温抵抗素子R<sub>tu</sub>~R<sub>tw</sub>の並列回路の両端に得られる電圧信号V<sub>t</sub>と電機子コイルに対して設定された設定値との大小関係から、電機子コイルの温度の異常上昇の有無を検出し、温度の異常上昇が検出されたときに、電動機の出力を低下させる制御を行って、電機子コイルの温度の上昇を抑制する。

【0090】上記のように、3相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合した感温抵抗素子R<sub>tu</sub>~R<sub>tw</sub>を並列に接続して、これらの感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加すると、感温抵抗素子R<sub>tu</sub>~R<sub>tw</sub>の並列回路の両端に得られる電圧信号V<sub>t</sub>は、すべての相の電機子コイルの温度の情報を含むことになる。従って、上記電圧信号V<sub>t</sub>の値を温度tに換算することにより、3相の電機子コイルの温度の情報を得ることができる。

【0091】上記電圧信号V<sub>t</sub>の値を温度に換算するに

は、例えば、電圧信号 $V_t$ の値と温度 $t$ との関係を与えるテーブル(表)を電圧/温度換算テーブルとして予め実験的に求めてROMに記憶させておき、一定のサンプリング周期でサンプリングした電圧信号 $V_t$ の値と、該電圧信号の値に対してテーブルから読み出した温度とを用いて、各電圧信号に対応する温度を補間演算するようにすればよい。

【0092】上記のように3相の電機子コイル $L_u \sim L_w$ の温度をそれぞれ検出する感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に一定の電圧を印加して、これらの感温抵抗素子の並列回路の両端から電圧信号 $V_t$ を得た場合、電動機が設定回転速度を超える回転速度で回転している状態で、各相の電機子コイルの温度が許容範囲を超えたときに感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧 $V_{t1}$ と、電動機がロック状態になって特定の相の電機子コイルの温度のみが許容範囲を超えたときに感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に得られる電圧 $V_{t2}$ とは異なる値をとる。

【0093】従って電圧信号を温度に換算する際には、電動機が極低回転状態またはロック状態にあるときと、極低回転状態及びロック状態にないときとで、異なる電圧/温度換算テーブルを用いる必要がある。

【0094】そこで本発明においては、図7に示したように、電動機が設定された極低回転状態(ロック状態)に近く、特定の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇する状態が生じ易い(低回転速度)またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段13Aを設けて、この判定手段により、電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されたときには、極低回転時及びロック時用の第1の電圧/温度換算テーブルを用いて、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端の電圧信号 $V_{t1}$ の値を温度 $t_1$ に換算する。

【0095】また上記回転状態判別手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されたときには、定常運転時用の第2の電圧/温度換算テーブルを用いて、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端の電圧信号 $V_{t2}$ の値を温度 $t_2$ に換算する。

【0096】上記第1の電圧/温度換算テーブルを用いて電圧信号 $V_{t1}$ を温度 $t_1$ に換算する過程により、図7の第1の電圧/温度換算手段13Bを構成し、第2の電圧/温度換算テーブルを用いて電圧信号 $V_{t2}$ を温度 $t_2$ に換算する過程により、第2の電圧/温度換算手段13Cを構成する。

【0097】そして、回転状態判定手段13Aにより電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では、上記第1の電圧/温度換算手段13Bにより換算された温度 $t_1$ が第1の設定温度 $t_{1s}$ を超えたときに換算された温度が高い場合程電動機の出力を低くする制御を行わせる第1の電動機出力制御手段13Dと、回転状態判定手段13Aにより電動機が極低回転状

態及びロック状態にないと判定されている状態では、第2の電圧/温度換算手段13Cにより換算された温度 $t_2$ が第2の設定温度 $t_{2s}$ を超えたときに換算された温度が高い場合程電動機の出力を低くする制御を行わせる第2の電動機出力制御手段13Eとにより、温度上昇抑制制御手段13Fを構成する。

【0098】前述のように、第1の設定温度 $t_{1s}$ と第2の設定温度 $t_{2s}$ とは等しくてもよく、異なってもよいが、電動機が極低回転状態またはロック状態にあるときには、電動機の定常回転時に比べて、電機子コイルの温度が短時間のうちに異常上昇して焼損し易いため、安全のためには、電動機の極低回転時またはロック時に電動機の出力を制限する制御(温度上昇抑制制御)を開始するタイミングを決める第1の設定温度 $t_{1s}$ を、電動機の定常回転時に電動機の出力を制限する制御を開始するタイミングを決める第2の設定温度 $t_{2s}$ よりも低く設定しておくのが好ましい。

【0099】温度上昇抑制制御を行う必要がある極低回転状態は、スロットル開度が設定開度以上になっているときに電動機の回転速度が設定値よりも低くなっているか否かを判定することにより検出することができる。また温度上昇抑制制御を必要とする電動機のロック状態は、スロットル開度が設定値以上になっているときに電動機の回転速度が零になっているか否かを見ることにより判定することができる。したがって、コントローラ13のCPUに実行させるプログラムに、スロットル開度が設定値以上であるか否かを判定する過程と、スロットル開度が設定値以上になっているときに電動機の回転速度が設定値よりも低くなっているか否かを判定する過程とを設けることにより、図7の回転状態判定手段13Aを構成することができる。

【0100】上記の構成では、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に得られる電圧信号 $V_t$ を温度に換算して、換算した温度を設定温度と比較することにより電機子コイルで異常な温度上昇が生じているか否かを判定するようにしたが、電圧信号 $V_t$ の値を温度に換算することなく、所定の設定値と比較することによっても、異常な温度上昇が生じているか否かを判定することもできる。

【0101】電圧信号 $V_t$ の値は、一部の電機子コイルの温度のみが異常上昇しているときと、すべての相の電機子コイルの温度が同じように異常上昇しているときとで異なるため、一部の相の電機子コイルの温度のみが異常上昇しているか否かを判定するために用いる設定値と、すべての電機子コイルの温度が同じように異常上昇しているか否かを判定するために用いる設定値とは異なる必要がある。

【0102】この場合、コントローラは、図8に示すように、電動機1が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段13A

と、回転状態判定手段13Aにより電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では上記電圧信号 $V_{t1}$ の値を第1の設定値 $V_{t1s}$ と比較して該電圧信号の値と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに電圧信号 $V_{t1}$ の値と第1の設定値 $V_{t1s}$ との差が大きい場合程電動機の出力を低くするように制御する第1の電動機出力制御手段13Dと、回転状態判定手段13Aにより電動機が極低回転状態またはロック状態にないとして判定されている状態では電圧信号 $V_{t2}$ の値を第1の設定値と異なる第2の設定値 $V_{t2s}$ と比較して電圧信号の値と第2の設定値との大小関係から各電機子コイルの温度が許容値を超えていると判定されたときに電圧信号 $V_{t2}$ の値と第2の設定値 $V_{t2s}$ との差が大きい場合程電動機の出力を低くするように制御する第2の電動機出力制御手段13Eとにより温度上昇抑制制御手段13Fを構成する。

【0103】上記のように、電圧信号 $V_{t1}$ の値と第1の設定値 $V_{t1s}$ とを比較して一部の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じているか否かを判定する場合、温度の異常上昇が生じているときの電圧信号の値と第1の設定値との間の関係は、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の温度係数が正であるか負であるかにより相違する。即ち、感温抵抗素子の温度係数が正であるときには、電圧信号の値が第1の設定値よりも大きくなったことが検出されたときに一部の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じていると判定することができる。また感温抵抗素子の温度係数が負であるときには、電圧信号の値が第1の設定値よりも小さくなったことが検出されたときに一部の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じていると判定することができる。

【0104】上記電圧信号 $V_{t2}$ の値を第2の設定値 $V_{t2s}$ と比較して、すべての相の電機子コイルで温度の異常上昇が生じているか否かを判定する場合の電圧信号 $V_{t2}$ の値と第2の設定値との間の大小関係も同様に、感温抵抗素子の温度係数が正であるか負であるかにより相違する。

【0105】また感温抵抗素子の温度係数が正である場合には、上記第2の設定値を第1の設定値よりも大きい値に設定する必要がある、感温抵抗素子の温度係数が負である場合には、上記第2の設定値を第1の設定値よりも小さい値に設定する必要がある。

【0106】電機子コイルの温度の異常上昇時に電動機の出力を低下させるためには、例えば、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比に補正係数 $K$  ( $< 100\%$ ) を乗じることにより、デューティ比を補正して、電機子コイルに流す駆動電流を減少させればよい。

【0107】この場合コントローラ13は、CPUに所定のプログラムを実行させることにより、図9に示すように、電動機が設定された極低回転状態またはロック状

態にあるか否かを判定する回転状態判定手段13Aと、回転状態判定手段13Aにより電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときに電圧信号を温度 $t_1$ に換算する第1の電圧/温度換算手段13Bと、回転状態判定手段13Aにより電動機が設定された極低回転状態及びロック状態にないとして判定されているときに電圧信号を温度 $t_2$ に換算する第2の電圧/温度換算手段13Cと、回転状態判定手段13Aにより電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態では第1の電圧/温度換算手段13Bにより換算された温度 $t_1$ が第1の設定温度 $t_{1s}$ を超えたときに換算された温度が高い場合程駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する第1のデューティ比補正手段13Gと、回転状態判定手段13Aにより電動機が極低回転状態及びロック状態にないとして判定されている状態では第2の電圧/温度換算手段13Cにより換算された温度 $t_2$ が第2の設定温度 $t_{2s}$ を超えたときに換算された温度が高い場合程駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する第2のデューティ比補正手段13Hとを実現する。この場合は、第1のデューティ比補正手段13Gと第2のデューティ比補正手段13Hとにより温度上昇抑制制御手段13Fが構成される。

【0108】なお図9において、13Jは、電動機のロータを回転させるべく位置検出器 $h_u \sim h_w$ の出力に応じて駆動電流を流す相を切り換えるようにスイッチ回路10を制御するスイッチ制御手段、13Kはスロットルセンサ15が出力するスロットル信号に対して駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段、13Lは駆動電流をデューティ比演算手段13Kにより演算されたデューティ比で断続するPWM波形の電流とるようにスイッチ回路10を制御するPWM制御手段である。

【0109】上記のように駆動電流のデューティ比を補正するには、換算された温度に対して、例えば図3に示すような関係を有する補正係数 $K$  ( $< 100\%$ ) を求めて、この補正係数 $K$ をデューティ比演算手段13Hにより演算されたデューティ比に乘じればよい。

【0110】図3の横軸は、電圧信号 $V_t$ を換算して得た温度 $t$ を示し、縦軸は補正係数 $K$ を示している。この例では、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるときに、曲線aのように、換算された温度 $t$ が第1の設定値 $t_{s1}$  (図示の例では $120^\circ\text{C}$ ) 以上になっているときに、補正係数 $K$ を温度 $t$ の上昇に伴って減少させ、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にないとき (定常走行時) には、曲線bのように、換算された温度 $t$ が第1の設定値よりも高い第2の設定

値  $t_{s2}$  (図示の例では  $160^\circ$ ) 以上になっているときに、補正係数  $K$  を温度  $t$  の上昇に伴って減少させるようにしている。

【0111】本実施形態では、温度  $t$  と補正係数  $K$  との関係を与える補正係数演算用のマップとして、電動機の極低回転状態またはロック状態が検出されているときに用いるロック状態時温度補正マップ (図3の曲線  $a$  にしたがって補正係数を演算するためのマップ) と、極低回転状態またはロック状態が検出されていないときに用いる定常走行時温度補正マップ (図3の曲線  $b$  にしたがって補正係数を演算するためのマップ) との2種類のマップを用意しておいて、回転状態判定手段による判定の結果に応じて、これらいずれかのマップを用いて、温度検出信号から求められた温度に対して補正係数  $K$  を演算する。

【0112】図4は、本発明に係わる温度上昇抑制制御において、温度検出信号により検出された温度が設定値を超えたときに補正係数  $K$  を演算するために実行される補正係数演算用サブルーチンのアルゴリズムを示したもので、このサブルーチンは、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態であると判定されている状態で温度検出信号により検出された温度が第1の設定値  $t_{s1}$  を超えたとき、及び電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態で温度検出信号により検出された温度が第2の設定値  $t_{s2}$  を超えたときに実行される。

【0113】図4に示したアルゴリズムに従う場合には、先ずステップ1において電動機が極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する。その結果、極低回転状態またはロック状態であると判定されたときには、ステップ2に進んでROMに記憶されているロック状態時温度補正マップを検索し、ステップ3においてこのマップを用いて補正係数  $K$  (図3の曲線  $a$  により与えられる補正係数) を演算してRAMに記憶させる。

【0114】またステップ2において、電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されたときには、ステップ4において定常走行時温度補正マップを検索し、ステップ3においてこのマップを用いて補正係数  $K$  (図3の曲線  $b$  により与えられる補正係数) を演算してRAMに記憶させる。

【0115】上記のようにして演算した補正係数を用いてデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正した場合、定常走行時のスロットル開度  $\alpha$  とPWM制御のデューティ比との関係は例えば図6に示すように温度  $t$  により変化する。図6の折れ線  $a$  は、温度検出信号により検出された温度が設定値  $t_{s2}$  よりも低いときにスロットル開度  $\alpha$  に対して演算されたデューティ比を示しており、デューティ比は、スロットル開度が全閉状態に近い角度  $\alpha_1$  から全閉状態に近い角度  $\alpha_2$  まで変化する間に、スロットル開度  $\alpha$  に対して直線的に増加して

いく。

【0116】また図6の折れ線  $b$  ないし  $d$  はそれぞれ、温度検出信号により検出された温度が  $t_1$ 、 $t_2$  及び  $t_3$  ( $t_{s2} < t_1 < t_2 < t_3$ ) のときに演算された補正係数を図6のデューティ比に乘じることにより求められた補正後のデューティ比を示している。検出された温度が高い場合程、スロットル開度の単位当りの増加分に対するデューティ比の増加割合が小さくなっていく。

【0117】また本実施形態では、スイッチ回路10に対して設けられた感温抵抗素子  $R_{ts}$  によりスイッチ回路の温度が該スイッチ回路に対して設定された設定値以上になったことが検出されたときに、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比に補正係数を乗じて、駆動電流のデューティ比を演算された値よりも小さい値に補正する制御を行わせるようにしている。

【0118】即ち、本実施形態においては、感温抵抗素子  $R_{tu} \sim R_{tw}$  により構成される電機子コイル用温度検出器により検出された温度が電機子コイルに対して設定された設定温度 (極低速時及びロック時の設定温度と定常運転時の設定温度) 以上になったとき、またはスイッチ回路用温度検出器により検出された温度がスイッチ回路に対して設定された設定温度以上になったときに、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を検出された温度が高い場合程小さくするようにデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を検出された温度に応じて補正する温度上昇抑制制御を行わせている。

【0119】本発明においては、電機子コイルの温度の異常上昇が検出されたときに、電動機の駆動電流を零にするのではなく、電機子コイルの温度の異常上昇を抑制する上で支障を来さない範囲の駆動電流を流し続けるようにしている。このように構成しておくこと、温度上昇抑制制御が働いた時に電動機がいきなり停止したり、逆転したりするのを防ぐことができる。

【0120】特に、電動車両の場合には、フルスロットルの状態で上り坂を走行しているときに電機子コイルの温度が上昇しやすいが、このとき電動機の駆動電流をいきなり零にすると、駆動トルクが失われて車両が逆走行するおそれがあり危険である。本発明のように、温度上昇抑制制御を行う際に電動機に駆動電流を流し続けるようにしておくこと、坂道で温度上昇抑制制御が働いて車両が停止した状態でも駆動車輪にトルクを与え続けることができるため、車両が逆走行するのを防ぐことができる。

【0121】上記の構成では、感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号を温度に換算して、換算した温度を設定温度と比較することにより異常な温度上昇が生じているか否かを判定するようにしたが、電圧信号の値を温度に換算することなく、所定の設定値と比較することによって異常な温度上昇が生じているか否かを判定



するようにしてもよい。

【0122】感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端から得た電圧信号 $V_t$ の値を温度に換算することなく温度上昇抑制制御を行う場合には、図10に示したように、温度上昇抑制制御手段13Fを、回転状態判定手段13Aにより電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態で、感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧信号 $V_{t1}$ の値を第1の設定値 $V_{t1s}$ と比較して、該電圧信号と第1の設定値との大小関係から一部の相の電機子コイルの温度が許容範囲を超えたと判定されたときに、駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を、電圧信号 $V_{t1}$ の値と第1の設定値 $V_{t1s}$ との差が大きい場合程（温度上昇が大きい場合程）小さくするように、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する第1のデューティ比補正手段13G'と、回転状態判定手段13Aにより電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では、電圧信号 $V_{t2}$ を第1の設定値 $V_{t1s}$ と異なる第2の設定値 $V_{t2s}$ と比較して、該電圧信号と第2の設定値との大小関係から各相の電機子コイルの温度が許容範囲を超えたと判定されたときに、駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を電圧信号の値と第2の設定値との差が大きい場合程小さくするように、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を補正する第2のデューティ比補正手段13H'とを備えた構成とする。この場合、第1のデューティ比補正手段13G'と第2のデューティ比補正手段13H'とにより温度上昇抑制制御手段13Fが構成される。

【0123】前述のように、電動機が設定回転速度を超える回転速度で回転している状態ですべての相の電機子コイルの温度が同じように許容範囲を超えたとときに感温抵抗素子の並列回路の両端に得られる電圧 $V_{t1}$ と、電動機がロック状態になって特定の相の電機子コイルの温度のみが許容範囲を超えたとときに感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に得られる電圧 $V_{t2}$ とは異なる値をとる。例えば、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ が負の温度係数を有しているときには、 $V_{t1} < V_{t2}$ となる。そのため、上記のように、感温抵抗素子 $R_{tu} \sim R_{tw}$ の並列回路の両端に得られる電圧信号の値を設定値と比較して電機子コイルの温度が異常上昇しているか否かを判定する場合には、電動機がロック状態にあるときと、ないときで温度の異常上昇の有無を判定するための設定値を異ならせる必要がある。

【0124】また上記設定値は、感温抵抗素子の温度係数が正であるか負であるかによっても相違する。感温抵抗素子が正の温度係数を有している場合には、上記電圧信号の値が第1の設定値 $V_{t1s}$ よりも小さくなったときに一部の電機子コイルで許容範囲を超える温度上昇が生じていると判定することができる。

【0125】また感温抵抗素子が負の温度係数を有している場合には、上記電圧信号の値が第1の設定値 $V_{t1s}$ よりも小さい第2の設定値 $V_{t2s}$ よりも小さくなったときに電機子コイル $L_u \sim L_w$ で許容範囲を超える温度上昇が生じていると判定することができる。

【0126】上記の例では、電機子コイル用温度検出器から得られる温度検出信号により検出される温度が電機子コイルに対して設定された設定値以上になったときに、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を小さい値に補正することにより駆動電流のデューティ比を小さくして、電動機の出力を低下させるようにしているが、温度の異常上昇が検出されたときに、制御進み角を遅角させることにより電動機の出力を低下させるようにしてもよい。

【0127】即ち、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態で、感温抵抗素子の並列回路の両端から得られる電圧信号を換算して得た温度が第1の設定温度を超えているときに、駆動電流を流す相を切り換える切換え角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度よりも遅角させるように制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正し、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態では、換算された温度が第1の設定温度よりも高い第2の設定温度を超えているときに駆動電流を流す相の切換え角度を制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度よりも遅角させるように制御進み角演算手段が演算した制御進み角を補正して電動機の出力を制限するように、温度上昇抑制制御手段を構成してもよい。

【0128】感温抵抗素子の並列回路の両端から得た電圧信号を第1の設定値または第2の設定値と比較することにより、電機子コイルの温度の異常上昇の有無を検出する場合にも、同様に、温度の異常上昇時に制御進み角を遅角させることにより電動機の出力を低下させる方法をとることができる。

【0129】上記のように、温度上昇時に制御進み角を遅角側に補正する制御を行う場合、温度上昇抑制制御手段は、回転状態判定手段により前記電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されている状態で前記電圧信号を換算して得た温度が第1の設定温度を超えているときに、駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を換算された温度が高い場合程小さくするように、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を検出された温度に応じて補正し、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されている状態で換算された温度が第1の設定値よりも高い第2の設定値以上になっているときに、駆動電流のデューティ比のスロットル開度に対する増加割合を検出された温度が高い場合程小さくするように、デューティ比演算手段により演算されたデューティ

比を換算された温度に応じて補正する制御を併せて行うように構成するのが好ましい。

【0130】上記の例では、スイッチ回路の下段のスイッチ素子をオンオフさせることによりPWM波形の駆動電流を得るようにしているが、スイッチ回路の上段のスイッチ素子をオンオフさせることによりPWM波形の駆動電流を得るようにしてもよく、上段のスイッチ素子と下段のスイッチ素子との双方をオンオフさせることによりPWM波形の駆動電流を得るようにしてもよい。

【0131】上記の例では、位置検出器h w、h u及びh vを構成するホールICをU相ないしW相の電機子コイルが巻回された歯部P u、P v及びP wの中心に対して電気角で90°進んだ位置に配置したが、位置検出器はロータのステータに対する回転角度位置を検出すれば良く、その配設位置は上記の例に限定されない。

【0132】上記の例では、180°スイッチング制御を行わせているが、ブラシレス直流電動機の駆動の仕方は上記の例に限られるものではなく、例えば各相の電機子コイルが巻回された歯部を通してながれる磁束が零点を通過する位置の前後60度(電気角)の区間各相の電機子コイルに駆動電流を流す「120度スイッチング制御」を行って電動機を回転させる場合にも本発明を適用することができる。

【0133】3相ブラシレス直流電動機において120°スイッチング制御を行わせる場合には、電源から各相の電機子コイルに流入した駆動電流が他の1相の電機子コイルを通して電源に戻る。この場合、電動機がロック状態になると、特定の2相の電機子コイルに駆動電流が流れ、他の1相の電機子コイルには駆動電流が流れない状態が継続するため、特定の2相の電機子コイルの温度のみが上昇する。したがって、この場合も特定の1相の電機子コイルの温度を検出したのでは、温度上昇抑制制御を適確に行わせることができない。温度上昇抑制制御を適確に行わせるためには、3相の電機子コイルL u～L wのすべての温度を検出することが必要である。

【0134】また上記の例では、位置検出器としてホールICを用いているが、ホールICに代えて、フォトエンコーダ等の位置検出器を用いるようにしてもよい。

【0135】本発明を適用する電動車両は、電動機の出力を車両の駆動輪に直接伝達する構造のものでなく、電動機の出力を減速機を介して駆動輪に伝達するようにしたものでもよい。

【0136】上記の例では、ロータの界磁が永久磁石により構成されているが、ロータの界磁を巻線により構成する場合にも本発明を適用することができる。

【0137】上記の例では、3相のブラシレス電動機を例にとったが、本発明は、電機子コイルの相数nが2以上である場合に適用することができる。

【0138】またブラシレス直流電動機に限らず、ステップモータやバルスモータ等、ステータ側にn相の

電機子コイルが設けられる他の電動機においても、極低回転時またはロック時に特定の相の電機子コイルに駆動電流が流れ続ける状態が生じた場合には、その電機子コイルで異常な温度上昇が生じる。したがって、ロータに界磁が設けられ、ステータ側にn相の電機子コイルが設けられる他の電動機においても、温度上昇抑制制御を行う場合に、本発明のようにすべての相の電機子コイルに感温抵抗素子を熱的に結合して、相数分の感温抵抗素子を並列に接続する構成をとることが有用である。

【0139】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、n相の電機子コイルにそれぞれ熱的に結合し感温抵抗素子の並列回路の両端に一定の直流電圧を印加することにより、該感温抵抗素子の並列回路の両端にn相の電機子コイルの温度情報を含む電圧信号を得るとともに、電動機が設定された極低回転状態またはロック状態にあるか否かを判定する回転状態判定手段を設けて、該回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にあると判定されているときには、上記電圧信号を換算して得た温度が第1の設定温度を超えたときに電動機の出力を低下させる制御を行い、回転状態判定手段により電動機が極低回転状態またはロック状態にないと判定されているときには換算された温度が上記第1の設定温度よりも高い第2の設定温度を超えたときに電動機の出力を低下させる制御を行わせるようにしたので、電動機の極低回転時及びロック時にも、また定常回転時にも、電機子コイルの異常な温度上昇が生じた時に電動機の出力を低下させて、電機子コイルの保護を適確に図ることができる。

【0140】また本発明によれば、コントローラのCPUの1つのアナログ入力ポートを用いるだけで、すべての相の電機子コイルの温度が反映された温度情報を読み込むことができるので、アナログ入力ポートの数が多い高価なCPUを用いることなく電機子コイルを過熱から確実に保護することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の構成を示す構成図である。

【図2】図1のブラシレス直流電動機における位置検出信号の波形と、スイッチ回路の各スイッチ素子のオンオフ動作波形とを示した波形図である。

【図3】本発明に係わる駆動装置において駆動電流のデューティ比を補正する際に用いる補正係数と温度との関係の一例を示した線図である。

【図4】本発明に係わる駆動装置において駆動電流のデューティ比の補正係数を演算する際に実行されるサブルーチンを示したフローチャートである。

【図5】本発明に係わる駆動装置において3相の電機子コイルに対してそれぞれ設けられた感温抵抗素子と、該感温抵抗素子から得られる信号をコントローラのCPUに入力する入力回路とを示した回路図である。

【図6】本発明に係わる駆動装置において、電機子コイ

ルの温度上昇時に駆動電流のデューティ比を小さくする制御を行った場合のデューティ比対スロットル開度特性の一例を温度をパラメータとして示した線図である。

【図7】本発明の一実施形態においてコントローラに設けられる機能実現手段を示した機能ブロック図である。

【図8】本発明の他の実施形態においてコントローラに設けられる機能実現手段を示した機能ブロック図である。

【図9】本発明の更に他の実施形態においてコントローラに設けられる機能実現手段を示した機能ブロック図である。

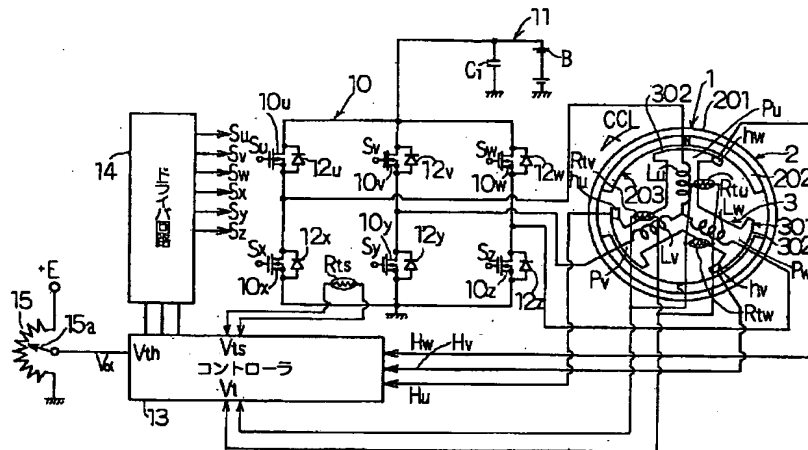
【図10】本発明の更に他の実施形態においてコントローラに設けられる機能実現手段を示した機能ブロック図である。

\*【符号の説明】

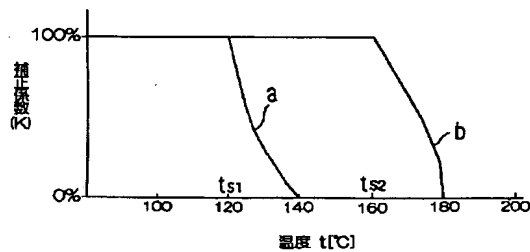
1…ブラシレス直流電動機、2…ロータ、3…ステータ、 $L_u \sim L_w$ …電機子コイル、 $h_u \sim h_w$ …位置検出器、10…スイッチ回路、13…コントローラ、13A…回転状態判定手段、13B…第1の電圧／温度交換手段、13C…第2の電圧／温度交換手段、13D、13D'…第1の電動機出力制御手段、13E、13E'…第2の電動機出力制御手段、13F…温度上昇抑制制御手段、13G、13G'…第1のデューティ比補正手段、13H、13H'…第2のデューティ比補正手段、13J…スイッチ制御手段、13K…デューティ比演算手段、13L…PWM制御手段、15…スロットルセンサ、 $R_{tu} \sim R_{tw}$ …感温抵抗素子。

\*

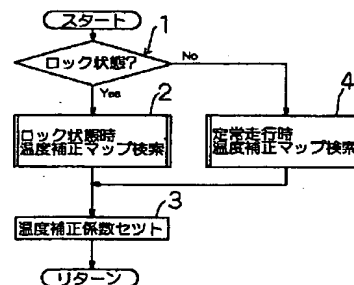
【図1】



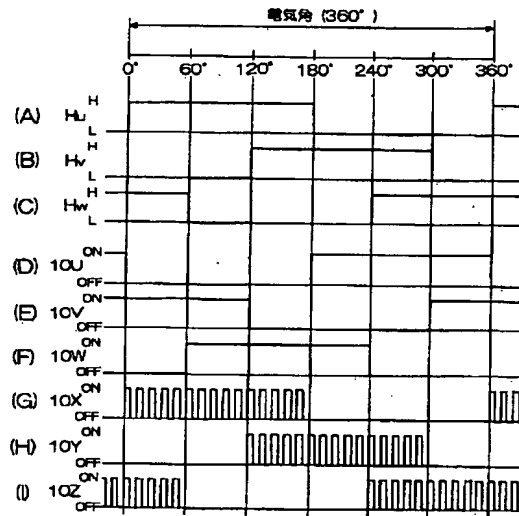
【図3】



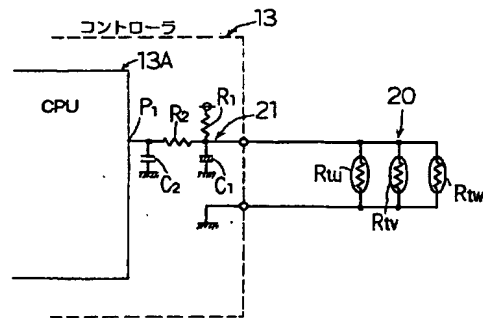
【図4】



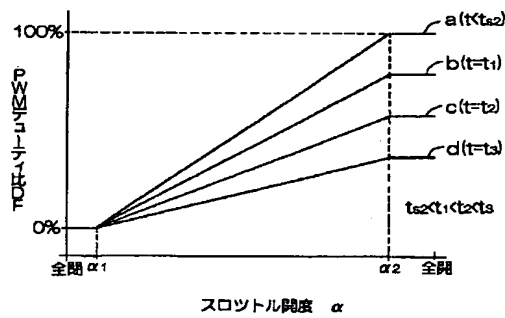
【図2】



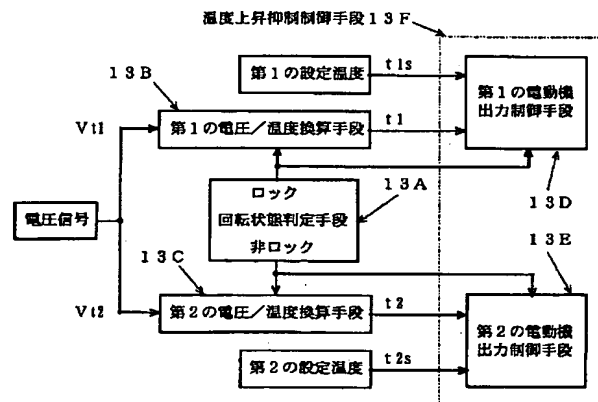
【図5】



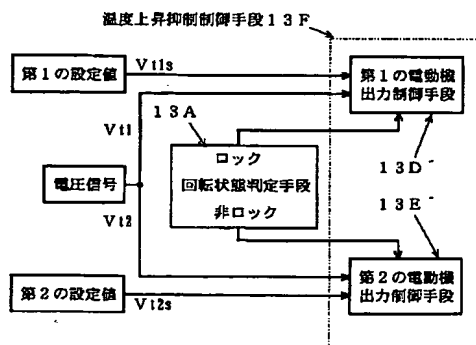
【図6】



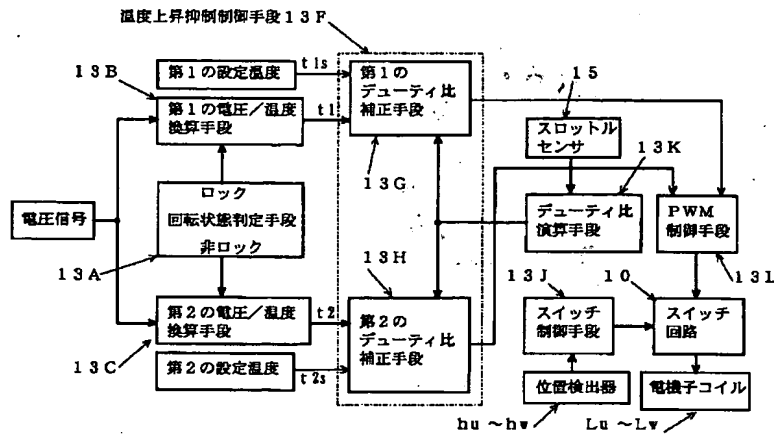
【図7】



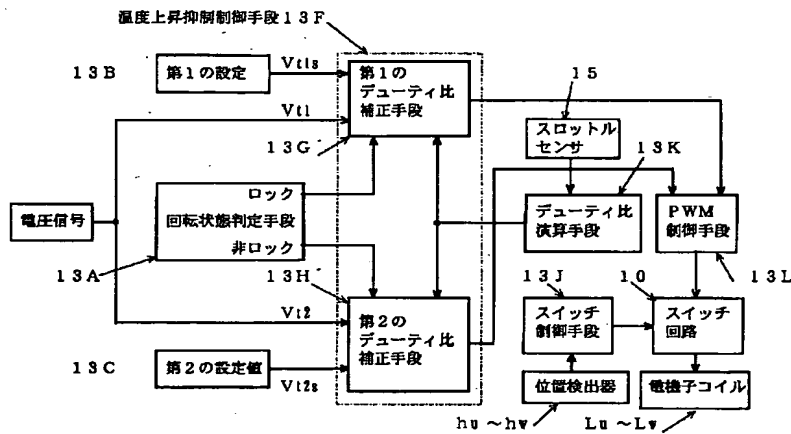
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI29  
 PU11 PV09 PV23 PV24 QN03  
 RB21 RB22 TO05 TO30 TR01  
 TR04 TU12 TU20 TW10 TZ09  
 UI13 UI14  
 5H560 AA08 BB04 BB05 BB07 BB12  
 DA03 DB20 DC05 EB01 EC10  
 GG01 GG04 JJ06 JJ07 RR10  
 SS02 TT15 TT20 UA02 UA05  
 UA06 XA12 XA15